

Fluid-jet recording head, and recording system containing this fluid-jet recording head

Patent Number: DE3618534
Publication date: 1986-12-11
Inventor(s): HIRASAWA SHINICHI (JP); MASAKI TATSUO (JP); YANO YASUHIRO (JP); KOMURO HIROKAZU (JP);
SUGATO MASAO (JP)
Applicant(s): CANON KK (JP)
Requested Patent: ☐ DE3618534
Application Number: DE19863618534 19860603
Priority Number(s): JP19850124394 19850610; JP19850125156 19850611; JP19850125157 19850611; JP19850127220 19850613
IPC Classification: B41J3/04; H05B3/14; H01B1/04; C23C14/34; H05K1/16; H05B3/16; G03F7/00
EC Classification: B41J2/14B5R2
Equivalents:

Abstract

The fluid-jet recording head such as, for example, an ink-jet recording head, has fluid channels with fluid outlets, through which a recording fluid is released in the form of a droplet jet, and electricity/heat conversion elements for generating heat, which respond to electrical input signals and thus generate energy for the release of fluid. The electricity/heat conversion element has a heat-generating resistance film which consists of an amorphous material containing hydrogen atoms and/or a substance controlling the electrical conductivity in a matrix of carbon atoms. A recording system having this recording head is also indicated.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

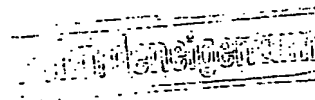


DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3618534 A1

51 Int. Cl. 4:
B41J 3/04
H 05 B 3/14
H 01 B 1/04

21 Aktenzeichen: P 36 18 534.5
22 Anmeldetag: 3. 6. 86
43 Offenlegungstag: 11. 12. 86



DE 3618534 A1

61 // C23C 14/34, H05K 1/16, H05B 3/16, G03F 7/00

30 Unionspriorität: 32 33 31
10.06.85 JP P 124394/85 11.06.85 JP P 125156/85
11.06.85 JP P 125157/85 13.06.85 JP P 127220/85

71 Anmelder:
Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struif, B.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

72 Erfinder:
Sugato, Masao; Masaki, Tatsuo, Yokohama,
Kanagawa, JP; Hirasawa, Shinichi; Komuro,
Hirokazu, Hiratsuka, Kanagawa, JP; Yano, Yasuhiro,
Kawasaki, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf und diesen Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf enthaltendes Aufzeichnungssystem

Der Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf, wie zum Beispiel ein Tintenstrahl-Aufzeichnungskopf, hat Flüssigkeitskanäle mit Flüssigkeitsausgängen, durch die eine Aufzeichnungsflüssigkeit in Form eines Tröpfchenstrahls abgegeben wird, und Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente zur Wärmeerzeugung, die auf die eingegebenen elektrischen Signale ansprechen und dabei Energie für die Flüssigkeitsabgabe erzeugen. Das Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement hat einen wärmeerzeugenden Widerstandsfilm, der aus einem Wasserstoffatome und/oder eine die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz in einer Matrix aus Kohlenstoffatomen enthaltenden, amorphen Material besteht. Es ist auch ein Aufzeichnungssystem mit diesem Aufzeichnungskopf angegeben.

DE 3618534 A1

TIEDTKE - BÜHLING - KINNE - GRUPE
PELLMANN - GRAMS - STRUIF

3618534

Patentanwälte und
Vertreter beim EPA



Dipl.-Ing. H. Tiedtke
Dipl.-Chem. G. Bühling
Dipl.-Ing. R. Kinne
Dipl.-Ing. P. Grupe
Dipl.-Ing. B. Pellmann
Dipl.-Ing. K. Grams
Dipl.-Chem. Dr. B. Struif

**Bavariaring 4, Postfach 20 24 03
8000 München 2**

Tel.: 0 89 - 53 96 53

Telex: 5-24 845 tipat

Telecopier: 0 89 - 537377

cable: Germaniapatent München

3. Juni 1986

DE 5821

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf mit wenigstens einem Flüssigkeitsausgang für die Abgabe einer Aufzeichnungsflüssigkeit zur Bildung eines Tröpfchenstrahls dieser Flüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß für die Bildung der Aufzeichnungsflüssigkeitströpfchen wenigstens ein Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement mit einem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm dient, der aus einem Wasserstoffatome in einer Matrix aus Kohlenstoffatomen enthaltenden, amorphen Material besteht.

2. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das amorphe Material des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms ferner eine die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz enthält.

3. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wasserstoffatome in Richtung der Dicke

des Widerstandsfilms ungleichmäßig verteilt sind.

4. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wasserstoffatome und/oder die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz in Richtung der Dicke des Widerstandsfilms ungleichmäßig verteilt sind.

5. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz ein Element aus der Gruppe III oder der Gruppe V des Periodischen Systems ist.

6. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt der Wasserstoffatome in dem Bereich von 0,0001 bis 30 Atom-% liegt.

7. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 2 und 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt der elektrischen Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz in dem Bereich von 0,01 bis 50000 Atom-ppm liegt.

8. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement ferner eine Schutzschicht aufweist.

9. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Aufzeichnungsflüssigkeitsausgängen vorgesehen ist.

10. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente vorgesehen sind.

11. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem mit wenigstens einem Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

12. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf mit wenigstens einem Flüssigkeitstropfenausgang für die Abgabe einer Aufzeichnungsflüssigkeit zur Bildung eines Tröpfchenstrahls dieser Flüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß

mit dem Flüssigkeitstropfenausgang wenigstens ein Flüssigkeitskanal mit einem Heizabschnitt verbunden ist und

dem Heizabschnitt wenigstens ein Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement entspricht,

das einen auf einem Substrat gebildeten, wärmeerzeugenden Widerstandsfilm aus einem Wasserstoffatome in einer Matrix aus Kohlenstoffatomen enthaltenden, amorphen Material sowie ein an den Widerstandsfilm elektrisch angeschlossenes Elektrodenpaar umfaßt.

13. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das amorphe Material des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms ferner eine die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz enthält.

14. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wasserstoffatome in Richtung der Dicke des Widerstandsfilms ungleichmäßig verteilt sind.

15. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome in dem Bereich nahe dem Substrat eine höhere Wasserstoffatomkonzentration als in dem von dem Substrat entfernten Bereich zeigt.

16. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome in dem Bereich nahe dem Substrat eine kleinere Wasserstoffatomkonzentration als in dem von dem Substrat entfernten Bereich zeigt.

17. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome in Richtung der Dicke des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms einen Maximalwert aufweist.

18. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome in Richtung der Dicke des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms einen Minimalwert aufweist.

19. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wasserstoffatome und/oder die die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz in Richtung der Dicke des Widerstandsfilms ungleichmäßig verteilt sind.

20. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz in dem Bereich nahe dem Substrat eine höhere Konzentration der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz als in dem vom Substrat entfernten Bereich zeigt.

21. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz in dem Bereich nahe dem Substrat eine kleinere Konzentration der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz als in dem vom Substrat entfernten Bereich zeigt.

22. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz in Richtung der Dicke der wärmeerzeugenden Widerstands-

schicht einen Maximalwert hat.

23. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz in Richtung der Dicke der wärmeerzeugenden Widerstandsschicht einen Minimalwert hat.

24. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 12 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Flüssigkeitskanäle und mehrere den Flüssigkeitskanälen entsprechende Aufzeichnungsflüssigkeitsausgänge vorgesehen sind.

25. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 12 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Aufzeichnungsflüssigkeitsausgänge mit einem einzigen gemeinsamen Flüssigkeitskanal verbunden sind.

26. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeitskanäle mit einer einzigen gemeinsamen Flüssigkeitskammer verbunden sind.

27. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizabschnitte der zugehörigen Flüssigkeitskanäle miteinander verbunden sind.

28. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 12 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß der wärmeerzeugende Widerstandsfilm auf dem Substrat ausgebildet ist und das Elektrodenpaar dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm aufliegend ausgebildet ist.

29. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 12 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrodenpaar auf dem Substrat ausgebildet ist und der wärmeerzeugende Widerstandsfilm dem Elektrodenpaar aufliegend ausgebildet ist.

30. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Elektrodenpaar durch eine Schutzschicht abgedeckt ist.

31. Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem mit einem Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach einem der Ansprüche 12 bis 30.

TIEDTKE - BÜHLING - KINNE - GRUPE
PELLMANN - GRAMS - STRUIF

- 7 -

3618534

Canon Kabushiki Kaisha

Tokio, Japan

Patentanwälte und
Vertreter beim EPA
Dipl.-Ing. H. Tiedtke
Dipl.-Chem. G. Bühlung
Dipl.-Ing. R. Kinne
Dipl.-Ing. P. Grupe
Dipl.-Ing. B. Pellmann
Dipl.-Ing. K. Grams
Dipl.-Chem. Dr. B. Struif



Bavariaring 4, Postfach 20 24 0

8000 München 2

Tel.: 089 - 53 96 53

Telex: 5-24 845 tipat

Telecopier: 0 89 - 537377

cable: Germaniapatent Müncher
3. Juni 1986

DE 5821

**Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf und
diesen Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf ent-
haltendes Aufzeichnungssystem**

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Flüssigkeitsstrahl-
Aufzeichnungskopf und ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem
unter Einschluß dieses Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopfes.

Unter den verschiedenen bisher bekannten Aufzeichnungssystemen ist ein als "Tintenstrahl-Aufzeichnungssystem" bezeichnetes stoßfreies System insofern ausgezeichnet, als es eine Aufzeichnung mit hoher Geschwindigkeit auf einem gewöhnlichen Papierbogen ermöglicht, ohne daß ein wesentliches Geräusch auftritt und irgend eine besondere Fixierbehandlung nötig ist.

Bei dieser Art Aufzeichnungssystem wurden verschiedene Vorschläge und Verbesserungen gemacht. Einige dieser Vorschläge und Verbesserungen wurden bereits praktisch ausgeführt, während andere noch im Stadium der Entwicklung zur praktischen Anwendung sind.

W Das Tintenstrahl-Aufzeichnungssystem benutzt eine Aufzeichnungsflüssigkeit, die im allgemeinen als "Tintenflüssigkeit" bezeichnet wird. Tröpfchen der Aufzeichnungsflüssigkeit werden gebildet, die durch verschiedene Verfahren zum Aufzeichnungskörper, z.B. einem

Papierbogen, fliegen, so daß sie auf dem Aufzeichnungskörper abgeschieden werden und dadurch die gewünschte Information aufzeichnen.

Die Anmelderin hat bereits ein neues Aufzeichnungssystem des Tintenstrahltyps vorgeschlagen, das in der DE-OS 28 43 064 beschrieben ist. Diese neue Methode beruht auf dem folgenden Prinzip. Thermische Impulse werden als Informationssignale an eine in einer Kammer enthaltene Aufzeichnungsflüssigkeit geliefert. Infolge der Zufuhr der thermischen Impulse erzeugt die Tinte Dampfblasen, die ihrerseits bewirken, daß die Tinte einer Kontraktion unterworfen wird und unter Druck gesetzt wird, so daß sie aus der Kammer abgegeben wird. Die so abgegebene Aufzeichnungsflüssigkeit fliegt in Tröpfchenform gegen den Aufzeichnungskörper und wird auf diesem abgeschieden, um so die eingegebene Information aufzuzeichnen.

Dieses System läßt sich leicht an eine Hochgeschwindigkeitsaufzeichnung und Farbaufzeichnung anpassen, weil die Schaffung einer hochdichten Gruppenanordnung möglich ist. Da ferner dieses Prinzip durch eine einfachere Anordnung als bisher angewandt werden kann, kann der Aufzeichnungskopf insgesamt kompakter hergestellt und leicht in Massen produziert werden. Es ist auch zu bemerken, daß der Aufzeichnungskopf durch wirksame Anwendung der IS- und Mikroprozessor-Technologie, die bemerkenswerte Fortschritte gemacht haben, eine geeignet große Länge haben kann. Aus diesen Gründen erfreut sich dieses neue Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem einer breiten Anwendung.

Dieses Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem hat hauptsächlich einen Aufzeichnungskopf, der ein Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement als Mittel zur Auspressung der Tinte und Bildung der Flüssigkeitströpfchen enthält.

Um eine hochwirksame Einbringung der Wärmeenergie in die Flüssigkeit sowie ein gutes Ansprechverhalten der Flüssigkeit in bezug auf die Ein/Aus-Regelung der Wärme zu erreichen, ist das Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement vorzugsweise in einer mit der

Abgabeöffnung in Verbindung stehenden Heizzone vorgesehen, so daß das Element die Flüssigkeit direkt berühren kann.

Das Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement besteht im wesentlichen aus einem wärmeerzeugenden Widerstandselement, das bei Versorgung mit elektrischer Energie Wärme erzeugt, und einem Elektrodenpaar, durch das die elektrische Energie dem Widerstandselement zugeführt wird.

Dieser direkte Kontakt zwischen Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement und der Aufzeichnungsflüssigkeit bringt jedoch die folgenden Nachteile mit sich. Der direkte Kontakt zwischen dem Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement und der Flüssigkeit kann je nach dem spezifischen Widerstand der Flüssigkeit ein Fließen des elektrischen Stroms durch die Aufzeichnungsflüssigkeit verursachen. Der in der Flüssigkeit fließende elektrische Strom kann eine Elektrolyse der Flüssigkeit bewirken. Es besteht auch die Gefahr einer Reaktion zwischen dem wärmeerzeugenden Widerstandselement und der Flüssigkeit, wenn das Element durch die ihm zugeführte elektrische Energie aktiviert wird. Eine solche Reaktion kann zu einer Korrosion des wärmeerzeugenden Elements führen, was eine Änderung des spezifischen Widerstands und/oder eine Zerstörung des wärmeerzeugenden Elements zur Folge hat. Es ist auch möglich, daß die Oberfläche des wärmeerzeugenden Elements mechanisch erodiert wird oder das Element durch einen mechanischen Schlag reißt oder bricht, der entsteht, wenn die infolge der Einwirkung der elektrischen Energie erzeugten Dampfblasen zusammenbrechen, um zu verschwinden.

Um diesem Problem entgegen zu wirken, wurde vorgeschlagen, auf der Oberfläche des wärmeerzeugenden Elements, das aus einem bezüglich der für einen wärmeerzeugenden Widerstand erforderlichen Eigenschaften ausgezeichneten anorganischen Material besteht, z.B. einer Legierung, wie NiCr, oder Metallboriden, wie ZrB_2 und HfB_2 , eine Schutzschicht aus einem Material zu bilden, die gegenüber Säure, wie SiO_2 , eine hohe Beständigkeit aufweist. Diese Schutz-

schicht soll das wärmeerzeugende Element vor der direkten Berührung mit der Aufzeichnungsflüssigkeit bewahren, um so die Zuverlässigkeit und Haltbarkeit bei Dauerbenutzung zu verbessern und so den oben beschriebenen Problemen entgegen zu wirken.

Das Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem mit einem Aufzeichnungskopf, der dieses verbesserte Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement enthält, zeigt zufriedenstellende Anwendbarkeit bezüglich Säurebeständigkeit und Haltbarkeit, wenn eine Flüssigkeit mit verhältnismäßig niedriger elektrischer Leitfähigkeit, z.B. eine mit Wasser oder einem Alkohol als Lösungsmittel hergestellte Flüssigkeit, als gefärbte Aufzeichnungsflüssigkeit dient. Dieses Aufzeichnungssystem hat jedoch oft versagt, eine genügende Haltbarkeit und Beständigkeit gegen Langzeit-Veränderungen zu schaffen, wenn es zusammen mit einer Aufzeichnungsflüssigkeit eingesetzt wird, die einen hohen Gehalt an Na-Ionen und daher eine hohe elektrische Leitfähigkeit hat. Aus diesem Grunde war es nur möglich, dieses Aufzeichnungssystem mit ausgewählten Aufzeichnungsflüssigkeiten zu benutzen, und daher war es für den Einsatz bei Mehrfarben-Aufzeichnung und natürlicher Farbaufzeichnung nicht geeignet.

Wie oben erwähnt, würde die Zuverlässigkeit und Haltbarkeit des Elektrizität/Wärme-Umwandlungselements durch die Schaffung einer Schutzschicht auf dem wärmeerzeugenden Element verbessert werden. Tatsächlich ist es jedoch sehr schwierig, bei einer Massenproduktion eine solche Schutzschicht mit einem hohen Reproduzierbarkeitsgrad zu bilden, und die so hergestellten Schutzschichten neigen zu Mängeln, die es der Aufzeichnungsflüssigkeit in unerwünschter Weise gestatten, zu dem wärmeerzeugenden Element hin in das Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement einzudringen.

Dieses Problem ist besonders ernst bei einer als "hochdichte Mehrfach-Öffnung" bekannten Anordnung, bei der ein Flüssigkeitskanal oder eine Flüssigkeitsdüse mit einer Vielzahl von in großer Dichte angeordneten Heizabschnitten vorgesehen ist. Eine solche Anordnung

erfordert nämlich, daß zahlreiche, in ihrer Anzahl der Anzahl der Flüssigkeitsdüsen entsprechende Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente gleichzeitig gebildet werden. Daher verursacht irgendein auf einen Fehler der Schutzschicht zurückzuführendes Versagen eines Elektrizität/Wärme-Umwandlungselements ein ernstes Problem unter dem Gesichtspunkt der Ausbeute des Aufzeichnungssystems und der Produktionskosten. Ferner neigt die Schutzschicht dazu, das thermische Ansprechverhalten und das Wärmeerzeugungsvermögen auf die eingegebenen elektrischen Signale zu verschlechtern.

Unter diesen Umständen besteht ein wachsender Bedarf nach der Entwicklung eines Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystems unter Benutzung eines Elektrizität/Wärme-Umwandlungselements ohne Schutzschicht, so daß das wärmeerzeugende Element der Aufzeichnungsflüssigkeit direkt ausgesetzt ist, wobei aber das Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement gegen Wärme, Säure, mechanischen Stoß und elektrochemische Umsetzung in hohem Maße beständig ist und ein ausgezeichnetes thermisches Ansprechvermögen zeigt.

A

Demgemäß besteht die Aufgabe der Erfindung in der Schaffung eines Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopfes und eines Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystems mit einem solchen Aufzeichnungskopf, die so verbessert sind, daß sie die oben beschriebenen, dem Stand der Technik anhaftenden Probleme überwinden.

Es soll ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf und ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem mit einem solchen Aufzeichnungskopf geschaffen werden, wobei der Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf ein wärmeerzeugendes Widerstandselement hat, das eine hohe chemische Beständigkeit sowie einen hohen Widerstand gegenüber elektrochemischer Umsetzung, Säure, mechanischen Stößen und Wärme zeigt und wobei die Schutzschicht auf dem wärmeerzeugenden Widerstandselement weggelassen ist, so daß ein besseres thermisches Ansprechvermögen gewährleistet wird.

Weiterhin soll ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf und ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem mit einem solchen Aufzeichnungskopf geschaffen werden, bei denen der Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf ein wärmeerzeugendes Element mit einer ausgezeichneten Kontrollierbarkeit des Widerstands enthält.

Schließlich soll ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf und ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem mit einem solchen Aufzeichnungskopf geschaffen werden, bei denen der Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf ein wärmeerzeugendes Widerstandselement hat, das ausgezeichnete Wärmeakkumulierungs- und Wärmestrahlungseigenschaften sowie verschiedene erwünschte Eigenschaften, wie Bindung zwischen dem Substrat und dem Widerstandsfilm, Beständigkeit gegenüber chemischer Reaktion usw. aufweist.

Zu diesem Zweck wird nach einer Seite der Erfindung ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf geschaffen, der wenigstens einen Flüssigkeitsausgang für die Abgabe einer Aufzeichnungsflüssigkeit zwecks Bildung eines Tröpfchenstrahls der Aufzeichnungsflüssigkeit und wenigstens ein Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement zur Erzeugung von Wärmeenergie und Bildung der Tröpfchen der Aufzeichnungsflüssigkeit aufweist, wobei das Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement einen wärmeerzeugenden Widerstandsfilm hat, der aus einem Wasserstoffatome in einer Matrix aus Kohlenstoffatomen enthaltenden, amorphen Material besteht. Es wird ferner ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem geschaffen, in das dieser Aufzeichnungskopf eingebaut ist.

Nach einer anderen Seite der Erfindung wird ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf geschaffen mit wenigstens einem Flüssigkeitstropfen-Ausgang für die Abgabe einer Aufzeichnungsflüssigkeit in Form eines Strahls aus Aufzeichnungsflüssigkeitströpfchen, wenigstens einem Flüssigkeitsdurchgang, der mit dem Ausgang in Verbindung steht und einen Heizabschnitt hat, und wenigstens einem dem Heizabschnitt entsprechenden Elektrizität/Wärme-Umwandlungs-

element, das einen auf einem Substrat gebildeten, wärmeerzeugenden Widerstandsfilm aus einem Wasserstoffatome in einer Matrix aus Kohlenstoffatomen enthaltenden, amorphen Material und ein an den wärmeerzeugenden Widerstandsfilm elektrisch angeschlossenes Elektrodenpaar aufweist. Es wird ferner ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem geschaffen, in das dieser Aufzeichnungskopf eingebaut ist.

B

Die oben genannten und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen deutlich, wenn diese an Hand der beiliegenden Zeichnung gelesen wird.

Fig. 1 ist eine Teilansicht eines Aufzeichnungskopfes nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ist ein Schnitt nach der Linie II-II der Fig. 1;

Fig. 3 ist ein Schnitt nach der Linie III-III der Fig. 2;

die Fig. 4 und 5 sind Teilschnitte unterschiedlicher Beispiele einer Anordnung der Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente in dem Aufzeichnungskopf der Erfindung;

Fig. 6 ist eine schematische Erläuterung eines Abscheidungssystems;

die Fig. 7 und 8 sind teilweise im Schnitt gezeigte perspektivische Teildarstellungen des Aufzeichnungskopfes gemäß der vorliegenden Erfindung;

die Fig. 9 bis 12 sind Teilschnitte unterschiedlicher Beispiele des erfindungsgemäßen Aufzeichnungskopfes;

die Fig. 13, 15 und 17 sind perspektivische Ansichten verschiedener Beispiele der Anordnung von Elektrizität/Wärme-Umwand-

lungselementen in dem erfindungsgemäßen Aufzeichnungskopf;

die Fig. 14, 16 und 18 sind Schnitte der Beispiele der in den Fig. 13, 15 und 17 gezeigten Anordnungen;

Fig. 19 ist eine perspektivische Ansicht einer Deckelplatte des erfindungsgemäßen Aufzeichnungskopfes;

die Fig. 20, 21 und 22 sind perspektivische Ansichten verschiedener Beispiele des erfindungsgemäßen Aufzeichnungskopfes;

Fig. 23 ist eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Tintenstrahl-Aufzeichnungssystems;

die Fig. 24 bis 29 sind graphische Darstellungen, die die Verteilung des Gehalts der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz in einem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm zeigen; und

Fig. 30 ist eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Aufzeichnungssystems mit teilweise entfernter Wandung.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung vollständig beschrieben.

Bezugnehmend auf die Fig. 1 und 2 wird ein wärmeerzeugender Widerstandsfilm 14 als Bestandteil eines Elektrizität/Wärme-Umwandlungselements von einem Substrat 12 getragen. Auf dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm 14 ist ein Elektrodenpaar 16,17 vorgesehen. Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, sind mehrere Moduln jeweils aus dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm 14 und den auf dem Film vorgesehenen Elektroden 16,17 nebeneinander angeordnet, so daß eine Vielzahl von wirksamen Wärmeerzeugungszonen 18, 18', 18'' geschaffen sind, die mit regelmäßigen Zwischenräumen angeordnet sind. In der beschriebenen Ausführungsform sind die Elektroden 16 der Moduln an eine gemeinsame

Leitung angeschlossen, so daß sie eine gemeinsame Elektrode bilden. Die Anordnung ist so, daß die Wärmeerzeugungszonen 18, 18', 18'' unabhängig durch die Elektroden 16,17 mit elektrischen Signalen versorgt werden, so daß diese Zonen in einer kontrollierten Weise Wärme erzeugen. Aus Figur 2 und 3 ist ersichtlich, daß eine Deckelplatte 20 mit den den Wärmeerzeugungszonen 18, 18', 18'' gegenüberliegenden Kanälen 22, 22', 22'' an dem Gesamtkörper angebracht ist, der durch das Substrat 12, den wärmeerzeugenden Widerstandsfilm 14 und die Elektroden 16,17 gebildet ist. Die Kanäle erstrecken sich in Richtung der Linie II-II in Figur 1, wie es in Figur 3 deutlich gezeigt ist, die ein Schnitt nach der Linie III-III der Figur 2 ist. Diese Kanäle schaffen Flüssigkeitsdurchgänge, die die Räume zur Aufnahme der Aufzeichnungsflüssigkeit sind. Jeder dieser Flüssigkeitsdurchgänge hat einen Heizabschnitt 24, der Wärme an die Aufzeichnungsflüssigkeit in dem Flüssigkeitsdurchgang abgibt.

Jeder Flüssigkeitsdurchgang ist an dem linken Ende offen, wie in Figur 2 bei 26 gezeigt ist. Das offene Ende 26 bildet daher einen Ausgang für die Aufzeichnungsflüssigkeit. Das andere Ende des Flüssigkeitsdurchgangs, d.h. in Figur 2 das rechte Ende, steht mit der Quelle der Aufzeichnungsflüssigkeit in Verbindung. Die Anordnung ist so, daß bei der auf ein zugeführtes Aufzeichnungssignal ansprechenden Wärmeerzeugung durch die mit einem der Flüssigkeitsdurchgänge verbundene Wärmeerzeugungszone die Aufzeichnungsflüssigkeit in dem Flüssigkeitsdurchgang unter Bildung von Dampfblasen verdampft wird, um so den Druck der Aufzeichnungsflüssigkeit zu erhöhen und die an dem Ausgang 26 stehende Flüssigkeit durch den Ausgang abzugeben, wie es in Figur 2 durch den Pfeil X angegeben ist. Wie aus dieser Erläuterung verständlich ist, fehlt bei Figur 1 die Darstellung der Deckelplatte 20.

Vorzugsweise, jedoch nicht notwendigerweise, besteht das Substrat 12 aus einem Werkstoff mit einer hohen Haltbarkeit gegenüber der Wärme, die während der Bildung des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms 14 auf dem Substrat auf dieses übertragen wird, sowie

auch gegenüber Wärme, die während des Betriebs durch die Schicht 14 erzeugt wird. Das Material des Substrats 12 hat vorzugsweise auch einen höheren spezifischen elektrischen Widerstand als der auf diesem gebildete wärmeerzeugende Widerstandsfilm 14. Dies ist jedoch nicht wesentlich, und der spezifische Widerstand des Substrats 12 kann kleiner sein als der des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms 14, vorausgesetzt, daß zwischen dem Substrat 12 und dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm 14 eine Isolierschicht angeordnet ist. Das Material des Substrats 12 kann eine hohe oder eine niedrige Wärmeleitfähigkeit haben, je nach den Bedingungen, unter denen der Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf Anwendung findet.

Typische Beispiele für Substanzen, die bei der Erfindung als Material des Substrats 12 brauchbar sind, sind anorganische Materialien, wie Gläser, Keramiken, Silizium und Metalle, sowie organische Materialien, wie Polyamidharze und Polyimidharze.

Der wärmeerzeugende Widerstandsfilm 14 besteht aus einem amorphen Material, das Wasserstoffatome in einer Matrix aus Kohlenstoffatomen enthält.

Die wärmeerzeugende Widerstandsschicht 14 mit einer Matrix aus Kohlenstoffatomen kann außer den Wasserstoffatomen eine die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz enthalten. Die die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz kann eine sogenannte Verunreinigung auf dem Halbleitergebiet sein, z.B. eine Verunreinigung des p-Typs, die p-Leitfähigkeit verleiht, oder eine Verunreinigung des n-Typs, die n-Leitfähigkeit verleiht. Beispiele für die Verunreinigung des p-Typs sind die Elemente der Gruppe III des Periodischen Systems, wie B, Al, Ga, In, Tl usw., unter denen B und Ga besonders bevorzugt sind, während Beispiele für Verunreinigungen des n-Typs Elemente der Gruppe V des Periodischen Systems sind, wie P, As, Sb und Bi, unter denen P und As am bevorzugtesten sind. Diese Elemente können alleine oder in Kombination miteinander eingesetzt werden.

Der Gehalt der Wasserstoffatome in dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm 14 liegt vorzugsweise in dem Bereich von 0,0001 bis 30 Atom-%, bevorzugter zwischen 0,0005 und 20 Atom-% und in den am meisten bevorzugten Fällen zwischen 0,001 und 10 Atom-%, wenngleich dieser Gehalt wunschgemäß so ausgewählt werden kann, daß man die den gewünschten Anforderungen entsprechenden Eigenschaften erreicht.

Der Gehalt der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz in dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm 14 liegt vorzugsweise - wenn die Substanz anwesend ist - zwischen 0,01 und 50000 Atom-ppm, bevorzugter zwischen 0,5 und 10000 Atom-ppm, und in den am meisten bevorzugten Fällen zwischen 1 und 5000 Atom-ppm, wenngleich dieser Gehalt wunschgemäß entsprechend den geforderten Eigenschaften bestimmt werden kann. Die oben erwähnten Bereiche des Wasserstoffatom-Gehalts sind auch in dem Fall anwendbar, in dem der wärmeerzeugende Widerstandsfilm zusätzlich zu den Wasserstoffatomen die die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz enthält.

Die Wasserstoffatome und/oder die die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz können in Richtung der Dicke des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms 14 eine ungleichmäßige Verteilung haben. Die oben angegebenen Bereiche für den Gehalt der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz gelten auch für den Fall, in dem die Wasserstoffatome und/oder die die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz ungleichmäßig verteilt sind. Insbesondere kann die Verteilung der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz in Richtung der Dicke einen solchen Gradienten bilden, daß der Gehalt zur Oberseite des Films 14 hin oder umgekehrt zur Unterseite des Films hin, d.h. der dem Substrat 12 anliegenden Seite, zunimmt. Ferner kann die Verteilung so sein, daß der Gehalt längs der Dicke des Films 14 einen Maximalwert oder einen Minimalwert aufweist. Demgemäß kann die Verteilung des Gehaltes der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrol-

lierenden Substanz in Richtung der Dicke des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms 14 in geeigneter Weise ausgewählt werden, so daß die gewünschten Eigenschaften geschaffen werden.

Die Figuren 24 bis 29 zeigen praktische Beispiele für Verteilungsmuster des Gehalts der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz längs der Dicke des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms 14 in dem Aufzeichnungskopf der Erfindung. In diesen Figuren stellt die Ordinatenachse den Abstand T von der Grenzfläche zwischen dem Substrat 12 und dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm 14 sowie die Dicke t des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms 14 dar, während die Abszissenachse den Gehalt C der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz bedeutet. In diesen Figuren sind die Maßstäbe der Achsen so variiert, daß die diesen Figuren eigentümlichen Eigenschaften betont werden. So kann die Erfindung mit den in diesen Figuren gezeigten Verteilungsmustern innerhalb bestimmter Toleranzbereiche in den jeweiligen Fällen durchgeführt werden. Wenn der wärmeerzeugende Widerstandsfilm 14 Wasserstoffatome und die die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz enthält, können das Verteilungsmuster des Gehalts der Wasserstoffatome und das Verteilungsmuster des Gehalts der die Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz voneinander verschieden sein. So können andere Verteilungsmuster der Wasserstoffatome und der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz als die in diesen Figuren gezeigten Muster dazu dienen, die gewünschten Eigenschaften zu erreichen. Die Dicke des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms 14 kann frei gewählt werden, so daß optimale thermische und mechanische Eigenschaften erzielt werden.

Wie oben angegeben, besteht der wärmeerzeugende Widerstandsfilm 14 in dem Aufzeichnungskopf der Erfindung aus einem amorphen Material, das Wasserstoffatome in einer Matrix aus Kohlenstoffatomen enthält. Dieses amorphe Material wird nachfolgend als "a-C:H" bezeichnet, worin H Wasserstoffatome bedeutet. Das amorphe Material a-C:H kann durch das Plasma-CVD-Verfahren, wie z.B. das Glühentladungsver-

fahren oder durch ein Vakuum-Abscheidungsverfahren, wie z.B. durch Zerstäubung, gebildet werden.

Das Verfahren zur Bildung der Widerstandsschicht 14 aus a-C:H durch das Glühentladungsverfahren umfaßt grundsätzlich die Stufen des Einbringens des Substrats in eine Abscheidungskammer mit innerem Unterdruck und der Einführung eines zur Lieferung von Kohlenstoffatomen C befähigten Materialgases und eines zur Lieferung von Wasserstoffatomen H befähigten Materialgases in die Abscheidungskammer, wobei in der Abscheidungskammer mittels Hochfrequenzwellen oder Mikrowellen eine Glühentladung durchgeführt wird, wodurch auf dem Substrat 12 ein a-C:H-Film gebildet wird. Die Geschwindigkeit der Einführung des H-Materialgases kann zeitlich geändert werden, wenn eine ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome H gefordert wird.

Auf der anderen Seite erfolgt die Bildung des Widerstandsfilms 14 aus a-C:H durch Zerstäubung nach einem Verfahren, das grundsätzlich die Stufen der Einbringung des Substrats 12 in eine Abscheidungskammer, in der eine Unterdruck-Atmosphäre aus einem Inertgas, wie Ar, He oder deren Gemisch, aufrecht erhalten wird, und der Durchführung der Zerstäubung auf einem Target umfaßt, das aus den Kohlenstoffatomen C besteht, während das H-Materialgas für die Lieferung der Wasserstoffatome H eingeführt wird. Die Einführungs geschwindigkeit des H-Gases kann zeitlich variiert werden, um einen gewissen Gradienten, d.h. eine ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome H zu erreichen.

Das amorphe Material, das als Material des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms 14 in dem Aufzeichnungskopf der Erfindung dient, kann in einer Kohlenstoffmatrix neben den Wasserstoffatomen eine die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz enthalten. Dieses amorphe Material wird nachfolgend als "a-C:H(p,n)" bezeichnet, worin H Wasserstoffatome bedeutet, während (p,n) die die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz darstellt. Das amorphe Material a-C:H(p,n) kann durch ein Plasma-CVD-Verfahren, wie z.B. ein

Glühentladungsverfahren, oder durch ein Vakuumabscheidungsverfahren, wie z.B. Zerstäubung, gebildet werden.

Das Verfahren zur Bildung der Widerstandsschicht 14 aus $a-C:H(p,n)$ durch das Glühentladungsverfahren umfaßt grundsätzlich die Stufen der Einbringung des Substrats in eine Abscheidungskammer unter reduziertem Innendruck und der Einführung eines zur Lieferung von Kohlenstoffatomen C befähigten Gasmaterials, eines zur Lieferung von Wasserstoffatomen H befähigten Gasmaterials und eines zur Lieferung der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz befähigten Gasmaterials in die Abscheidungskammer, während in der Kammer durch Hochfrequenzwellen oder Mikrowellen eine Glühentladung vorgenommen wird, wodurch auf dem Substrat 12 ein $a-C:H(p,n)$ -Film gebildet wird. Die Geschwindigkeit der Einführung von wenigstens einem der H-Material- und (p,n)-Materialgase kann zeitlich variiert werden, wenn eine ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome H und/oder der Substanz (p,n) angestrebt wird.

Auf der anderen Seite erfolgt die Bildung des Widerstandsfilms 14 aus $a-C:H(p,n)$ durch Zerstäubung durch ein Verfahren, das grundsätzlich die Stufen der Einbringung des Substrats 12 in eine Abscheidungskammer, in der eine durch ein Inertgas, wie Ar, He oder deren Gemisch, gebildete Unterdruck-Atmosphäre unterhalten wird, und der Durchführung der Zerstäubung auf einem durch die Kohlenstoffatome C gebildeten Target umfaßt, während das H-Materialgas zur Lieferung der Wasserstoffatome H und das (p,n)-Materialgas zur Lieferung der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz (p,n) in die Kammer eingeführt werden. Die Einführungs geschwindigkeit des H-Materialgases und/oder die Einführungs geschwindigkeit des (p,n)-Materialgases kann zeitlich variiert werden, um einen bestimmten Gradienten zu erhalten, d.h. eine ungleichmäßige Verteilung der Wasserstoffatome H und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz.

Bei den vorstehend erläuterten Verfahren können die Materialgase zur Lieferung der Kohlenstoffatome (C), der Wasserstoffatome (H) und der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz (p,n) Substanzen sein, die unter Normaldruck gasförmig vorliegen oder Substanzen, die unter einem reduzierten Druck vergast werden können.

Das Material zur Lieferung der Kohlenstoffatome (C) kann gesättigte Kohlenwasserstoffe mit 1 bis 5 Kohlenstoffatomen, äthylenische Kohlenwasserstoffe mit 2 bis 5 Kohlenstoffatomen, azetylenische Kohlenwasserstoffe mit 2 bis 4 Kohlenstoffatomen und aromatische Kohlenwasserstoffe umfassen. Praktische Beispiele für gesättigte Kohlenwasserstoffe sind Methan (CH_4), Äthan (C_2H_6), Propan (C_3H_8), n-Butan ($\text{n-C}_4\text{H}_{10}$) und Pentan (C_5H_{12}). Praktische Beispiele für äthylenische Kohlenwasserstoffe sind Äthylen (C_2H_4), Propylen (C_3H_6), Buten-1 (C_4H_8), Buten-2 (C_4H_8), Isobutylen (C_4H_8) und Penten (C_5H_{10}). Praktische Beispiele für azetylenische Kohlenwasserstoffe sind Azetylen (C_2H_2), Methylazetylen (C_3H_4) und Butin (C_4H_6). Ein praktisches Beispiel eines aromatischen Kohlenwasserstoffs ist Benzol (C_6H_6).

Die Materialien für die Lieferung der Wasserstoffatome H umfassen Wasserstoffgas und die oben erwähnten Kohlenwasserstoffe, wie gesättigte Kohlenwasserstoffe, äthylenische Kohlenwasserstoffe, azetylenische Kohlenwasserstoffe und aromatische Kohlenwasserstoffe, die als Material zur Lieferung von Kohlenstoffatomen C dienen.

Beispiele für das Material zur Lieferung der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz sind wie folgt. Zur Lieferung von Atomen der Gruppe III, insbesondere von Boratomen, können in geeigneter Weise Borhydride, wie B_2H_6 , B_4H_{10} , B_5H_9 , B_5H_{11} , B_6H_{10} , B_6H_{12} und B_6H_{14} , sowie Borhalogenide, wie BF_3 , BCl_3 und BBr_3 , dienen. Materialien, wie AlCl_3 , GaCl_3 , $\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$, InCl_3 und TlCl_3 sind zur Einführung anderer Atome der Gruppe III brauchbar.

Zur Lieferung von Atomen der Gruppe V, insbesondere von Phosphor, sind zweckmäßigerweise Phosphorhydride, wie PH_3 und P_2H_4 , sowie Phosphorhalogenide, wie PH_4I , PF_3 , PF_5 , PCl_3 , PCl_5 , PBr_3 , PBr_5 und PI_3 geeignet. Materialien, wie AsH_3 , AsF_3 , AsCl_3 , AsBr_3 , AsF_5 , SbH_3 , SbF_3 , SbF_5 , SbCl_3 , SbCl_5 , BiH_3 , BiCl_3 und BiBr_3 sind zur Einführung anderer Atome der Gruppe V geeignet.

Diese Materialien können alleine oder in Kombination miteinander eingesetzt werden.

Bei dem Verfahren zur Bildung des beschriebenen wärmeerzeugenden Widerstandsfilms können die Mengen der in dem zu bildenden Widerstandsfilm 14 enthaltenen Wasserstoffatome und der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz wie auch die Eigenschaften des Widerstandsfilms 14 durch geeignete Wahl von Faktoren, wie die Substrattemperatur, Zuführungsgeschwindigkeiten der Materialgase, elektrische Entladungsleistung und Druck in der Abscheidungskammer, kontrolliert werden.

Wenn man einen wärmeerzeugenden Widerstandsfilm 14 erhalten will, in dem Wasserstoffatome oder die die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz oder beide eine ungleichmäßige Verteilung in Richtung der Filmdicke haben, variiert man vorzugsweise die Geschwindigkeit bzw. Geschwindigkeiten der Einführung der Wasserstoffatome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz mit der Zeit mittels eines Steuerventils oder eines anderen geeigneten Mittels.

Die Substrattemperatur wird vorzugsweise in dem Bereich zwischen 20 und 1500 °C, bevorzugter zwischen 30 und 1200 °C und in den am meisten bevorzugten Fällen zwischen 50 und 1100 °C ausgewählt.

Die Zufuhrgeschwindigkeit des Materialgases wird zweckmäßig mit Rücksicht auf die Wärmeerzeugungseigenschaft des Films und die Filmbildungsgeschwindigkeit ausgewählt.

Die elektrische Entladungsleistung liegt vorzugsweise in dem Bereich zwischen 0,001 und 20 W/cm²; bevorzugter zwischen 0,01 und 15 W/cm² und in den am meisten bevorzugten Fällen zwischen 0,05 und 10 W/cm².

Schließlich liegt der Druck in der Abscheidungskammer vorzugsweise in dem Bereich zwischen 10⁻⁴ und 10 Torr, insbesondere zwischen 10⁻² und 5 Torr.

Der nach dem oben beschriebenen Verfahren hergestellte Widerstandsfilm des Aufzeichnungskopfes der Erfindung besitzt ähnliche Eigenschaften wie Diamant. Beispielsweise liegt die Vickers-Härte dieses Films in der Höhe von 1800 bis 5000. Die chemische Beständigkeit und die Wärmebeständigkeit sind infolge der Wasserstoffatome ausgezeichnet. Ferner wird die Kontrollierbarkeit des Widerstands durch die Anwesenheit der die elektrische Leitfähigkeit steuernden Substanz verbessert.

Der in dem Aufzeichnungskopf der Erfindung benutzte wärmeerzeugende Widerstandsfilm erfordert keine Schutzschicht auf dem Film, da er eine lange Haltbarkeit gegenüber mechanischen Stößen und eine hohe Beständigkeit zeigt. Daher erlaubt der diesen wärmeerzeugenden Widerstandsfilm enthaltende Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf der Erfindung eine hohe Leistung der Wärmeübertragung auf die Aufzeichnungsflüssigkeit infolge des eingegebenen Signals, so daß eine hohe thermische Ansprechcharakteristik erreicht wird. Dies wiederum verbessert die Flugeigenschaften der Tröpfchen infolge der dem Aufzeichnungskopf zugeführten Signale.

Die Erfindung schließt jedoch eine Schutzschicht auf dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm nicht aus, vorausgesetzt, daß die Schutzschicht das Ansprechverhalten nicht wesentlich beeinträchtigt. Tatsächlich ist die Schutzschicht wesentlich, wenn die Aufzeichnungsflüssigkeit elektrisch leitend ist, damit jeglicher Kurzschluß des elektrischen Stroms zwischen den beiden Elektroden durch die Flüssigkeit vermieden wird.

Bei dem oben beschriebenen Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement ist der wärmeerzeugende Widerstandsfilm auf dem Substrat gebildet und durch die Elektroden bedeckt. Dies ist jedoch nicht wesentlich, und die Anordnung kann auch so sein, daß die Elektroden sandwichartig zwischen dem Substrat und dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm eingelegt sind. Figur 4 zeigt eine modifizierte Ausführung, bei der die Elektroden 16 und 17 direkt auf dem Substrat 12 gebildet und mit dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm 14 bedeckt sind.

Obgleich das Substrat 12 nach der Erläuterung aus einem einzigen Körper besteht, kann das bei der Erfindung eingesetzte Substrat 12 ein zusammengesetzter Körper sein. Figur 5 zeigt ein Beispiel eines solchen zusammengesetzten Substrats. Dieses Substrat hat demzufolge ein Basisteil 12a und eine auf dem Basisteil 12a gebildete Oberflächenschicht 12b.

Das Basisteil 12a kann aus dem gleichen Material wie das an Hand der Figuren 1 bis 3 erläuterte Substratmaterial bestehen, während die Oberflächenschicht 12b aus einem Material gebildet werden kann, das eine höhere Affinität zu dem auf ihm zu bildenden Widerstandsfilm 14 zeigt. So kann die Oberflächenschicht 12b aus einem amorphen Material mit einer Matrix aus Kohlenstoffatomen oder einem geeigneten bekannten Oxid gebildet werden. Die Oberflächenschicht 12b kann in gleicher Weise wie bei der oben erläuterten Bildung der wärmeerzeugenden Widerstandsschicht durch Abscheidung auf dem Basisteil 12a aus einem geeigneten Material gebildet werden.

Die Oberflächenschicht 12b kann eine Glasierschicht aus einem gewöhnlichen Glas oder - wenn der Basisteil aus einem Metall besteht - eine Oxidschicht sein, die durch Oxidation der Oberfläche eines solchen Metall-Basisteils gebildet wird.

Die Elektroden 16 und 17 können aus irgendeinem geeigneten Material mit der erforderlichen Leitfähigkeit bestehen, z.B. Metallen,

wie Au, Cu, Al, Ag und Ni.

Der Aufzeichnungskopf der Erfindung kann durch das folgende Verfahren unter Benutzung einer Apparatur hergestellt werden, die in Figur 6 beispielhaft gezeigt und der Bildung des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms durch Abscheidung auf der Substratoberfläche angepaßt ist.

Bezugnehmend auf Figur 6 hat die Apparatur zur Bildung des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms die folgenden Bestandteile: eine Abscheidungskammer 1101; Gasflaschen 1102 bis 1106; Massenströmungsregler 1107 bis 1111; Einlaßventile 1112 bis 1116; Auslaßventile 1117 bis 1121; Gasflaschenventile 1122 bis 1126; Auslaßdruckmesser 1127 bis 1131; ein Hilfsventil 1132; ein Hebel 1133; ein Hauptventil 1134; ein Leckventil 1135; ein Vakuummesser 1136; ein Substrat 1137, auf dem der wärmeerzeugende Widerstandsfilm zu bilden ist; ein Erhitzer 1138; ein Substrat-Halter 1139, eine elektrische Hochspannungsversorgungseinheit 1140; eine Elektrode 1141; und ein Verschluß 1142. Die Zahl 1142-1 bezeichnet ein Target, das an der Elektrode 1141 angebracht werden kann, wenn die Zerstäubung durchgeführt werden soll.

Zur Bildung des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms mit einer Matrix aus Kohlenstoffatomen und einem Gehalt an Wasserstoffatomen, d.h. eines wärmeerzeugenden Widerstandsfilms der Zusammensetzung des a-C:H-Typs, kann das Verfahren wie folgt ablaufen. Die Gasflasche 1102 ist mit CH_4 -Gas (99,9 % oder höhere Reinheit) gefüllt, das mit Ar-Gas verdünnt ist, während die Gasflasche 1103 mit C_2H_6 -Gas (99,9 % oder höhere Reinheit) gefüllt ist, das ebenfalls mit Ar-Gas verdünnt ist. Bevor man die Gase aus diesen Flaschen in die Abscheidungskammern 1101 einströmen läßt, vergewissert sich der Bedienungsmann, daß die Ventile 1122 bis 1126 aller Gasflaschen 1102 bis 1106 geschlossen sind und die Einlaßventile 1112 bis 1116, die Auslaßventile 1117 bis 1121 und das Hilfsventil 1132 geöffnet sind. Dann öffnet der Bedienungsmann das Hauptventil 1134, um die Abscheidungskammer 1101 und die angeschlossenen Gasleitungen zu

evakuieren. Wenn die Ablesung auf dem Vakuummesser 1136 $1,5 \cdot 10^{-6}$ Torr erreicht hat, schließt er das Hilfsventil 1132, die Einlaßventile 1112 bis 1116 und die Auslaßventile 1117 bis 1121. Dann werden die Ventile der die einzusetzenden Gase enthaltenden Gasflaschen geöffnet, so daß diese Gase in die Abscheidungskammer 1101 eingeführt werden.

Wenn der Widerstandsfilm aus a-C:H mit dieser Apparatur nach dem Glühentladungsverfahren gebildet wird, kann das Verfahren wie folgt ablaufen.

Als erste Stufe wird das Ventil 1122 geöffnet, um CH_4 -Gas aus der Gasflasche 1102 abzugeben, wobei der von dem Auslaß-Druckventil 1127 angezeigte Druck auf 1 kg/cm^2 reguliert wird. Anschließend wird das Einlaßventil 1112 allmählich geöffnet, damit das Gas in den Massenströmungsregler 1107 einströmen kann. Dann werden das Auslaßventil 1117 und das Hilfsventil 1132 allmählich geöffnet, um CH_4 -Gas in die Abscheidungskammer 1101 einzuführen. Inzwischen stellt der Bedienungsmann den Massenströmungsregler 1107 auf die gewünschte Strömungsgeschwindigkeit des CH_4 -Gases ein, desgleichen die Öffnung des Hauptventils 1134 unter Beachtung der Anzeige des Vakuummessers 1136, so daß in der Abscheidungskammer 1101 ein gewünschter Druck eingehalten wird. Nach Einschaltung des Erhitzers 1138 zwecks Erhitzung des auf dem Halter 1139 befindlichen Substrats 1137 auf die gewünschte Temperatur wird der Verschluß 1142 geöffnet, um die Glühentladung in der Abscheidungskammer 1101 in Gang zu setzen.

Um eine ungleichmäßige Verteilung des H in dem aus a-C:H bestehenden Widerstandsfilm zu erreichen, wird die Öffnung des Auslaßventils 1117 von Hand oder durch einen externen Antriebsmotor so variiert, daß die Strömungsgeschwindigkeit des CH_4 -Gases längs einer vorbestimmten Änderungsgeschwindigkeitskurve geändert wird, wodurch eine Änderung des Gehalts der H-Atome in dem Produktfilm 14 in Richtung seiner Dicke erreicht wird.

Wenn der Widerstandsfilm aus a-C:H durch das Zerstäubungsverfahren mit der oben erläuterten Apparatur gebildet wird, kann das Verfahren wie folgt ablaufen.

Ein Stück Graphit 1142-1 von hoher Reinheit wird zunächst als Target auf die Elektrode 1141 gesetzt, an die von einer elektrischen Hochspannungsversorgungseinheit 1140 eine Hochspannung angelegt werden kann. Dann wird das CH_4 -Gas aus der Flasche 1102 mit einer gewünschten Strömungsgeschwindigkeit in die Abscheidungskammer 1101 eingeführt, wie dies auch bei der Filmbildung durch Glühentladung der Fall ist. Dann wird der Verschluß 1142 geöffnet, und die Energiezuführungseinheit 1140 wird eingeschaltet, wodurch auf dem Target 1142-1 eine Zerstäubung erfolgt. Inzwischen wird das Substrat 1137 durch den Erhitzer 1138 auf die gewünschte Temperatur erhitzt und auf dieser gehalten, und die Öffnung des Hauptventils 1134 wird wie bei der Filmbildung durch Glühentladung auf den gewünschten Druck in der Abscheidungskammer eingestellt.

Zur Erreichung einer ungleichmäßigen Verteilung des H in dem Widerstandsfilm aus a-C:H wird die Öffnung des Auslaßventils 1117 so variiert, daß sich die Strömungsgeschwindigkeit des CH_4 -Gases längs einer vorbestimmten Änderungsgeschwindigkeitskurve ändert, so daß wie bei der Filmbildung durch Glühentladung in dem Produktfilm 14 in Richtung der Dicke ein variabler Gehalt an H-Atomen eingestellt wird.

Um einen wärmeerzeugenden Widerstandsfilm aus dem a-C:H(p,n)-System mit einer Matrix aus Kohlenstoffatomen und einem Gehalt an Wasserstoffatomen und einer die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz zu erhalten, ist die Gasflasche 1102 mit CH_4 -Gas (99,9 % oder höhere Reinheit) gefüllt, das mit Ar-Gas verdünnt ist, während die Gasflasche 1103 mit PH_3 -Gas (99,9 % oder höhere Reinheit) gefüllt ist, das ebenfalls mit Ar-Gas verdünnt ist. In ähnlicher Weise ist die Flasche 1104 mit B_2H_6 -Gas (99,9 % oder höhere Reinheit) gefüllt, das mit Ar-Gas verdünnt ist. Bevor man die Gase aus diesen Flaschen in die Abscheidungskammer 1101 einströmen läßt,

vergewissert sich der Bedienungsmann, daß die Ventile 1122 bis 1126 sämtlicher Gasflaschen 1102 bis 1106 geschlossen sind und daß die Einlaßventile 1112 bis 1116, die Auslaßventile 1117 bis 1121 und das Hilfsventil 1132 geöffnet sind. Dann öffnet der Bedienungsmann das Hauptventil 1134, um die Abscheidungskammer 1101 und die angeschlossenen Gasleitungen zu evakuieren. Wenn die Anzeige des Vakuummessers 1136 dann $1,5 \cdot 10^{-6}$ Torr erreicht hat, werden das Hilfsventil 1132, die Einlaßventile 1112 bis 1116 und die Auslaßventile 1117 bis 1121 geschlossen. Dann werden die Ventile der einzusetzenden Gase enthaltenden Gasflaschen geöffnet, so daß diese Gase in die Abscheidungskammer 1101 eingeführt werden.

Wenn der Widerstandsfilm aus $\alpha\text{-C:H(p,n)}$ mit dieser Apparatur durch das Glühentladungsverfahren gebildet wird, kann das Verfahren wie folgt ablaufen.

Als erste Stufe wird das Ventil 1122 geöffnet, um das CH_4 -Gas aus der Gasflasche 1102 abzugeben, das Ventil 1123 wird geöffnet, um das PH_3/Ar -Gas aus der Gasflasche 1103 abzugeben, und dabei werden die durch die Ausgangsdruckmesser 1127 und 1128 angezeigten Drucke auf 1 kg/cm^2 reguliert. Dann werden die Einlaßventile 1112 und 1113 allmählich geöffnet, um die Gase in die Massenströmungsregler 1107 und 1108 einströmen zu lassen. Dann werden die Auslaßventile 1117, 1118 und das Hilfsventil 1132 allmählich geöffnet, um das CH_4 -Gas und das PH_3/Ar -Gas in die Abscheidungskammer 1101 einzuführen. Inzwischen stellt der Bedienungsmann die Massenströmungsregler 1107, 1108 auf das gewünschte Verhältnis der Strömungsgeschwindigkeiten des CH_4/Ar -Gases und des PH_3/Ar -Gases ein, und er stellt auch die Öffnung des Hauptventils 1134 unter Beachtung der Ablesung des Vakuummessers 1136 so ein, daß in der Abscheidungskammer 1101 ein gewünschter Druck eingehalten wird. Dann wird der Erhitzer 1138 zwecks Erhitzung des auf dem Halter befindlichen Substrats 1137 auf eine gewünschte Temperatur eingeschaltet, und danach wird der Verschuß 1142 geöffnet, um in der Abscheidungskammer 1101 eine Glühentladung in Gang zu setzen.

Zur Erreichung einer ungleichmäßigen Verteilung der H-Atome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz in dem aus a-C:H(p,n) bestehenden Widerstandsfilm werden die Öffnung des Auslaßventils 1117 und/oder die des Auslaßventils 1118 von Hand oder durch einen äußeren Antriebsmotor so variiert, daß sich die Strömungsgeschwindigkeit des CH_4/Ar -Gases und/oder die des PH_3/Ar -Gases längs vorbestimmter Änderungsgeschwindigkeitskurven ändern, wodurch in dem Produktfilm 14 ein in Richtung der Filmdicke variabler Gehalt an H-Atomen und/oder an der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz entsteht.

Wenn der Widerstandsfilm aus a-C:H(p,n) mit der oben erläuterten Apparatur durch Zerstäubung gebildet wird, kann das Verfahren wie folgt vor sich gehen.

Ein Graphitstück 1142-1 von hoher Reinheit wird zunächst als Target auf die Elektrode 1141 gesetzt, die von einer elektrischen Hochspannungsversorgungseinheit 1140 mit einer Hochspannung versorgt werden kann. Dann werden CH_4 -Gas und PH_3/Ar -Gas aus den Flaschen 1102 und 1103 mit einer gewünschten Strömungsgeschwindigkeit in die Abscheidungskammer 1101 eingeführt, wie es auch bei der Filmbildung durch Glühentladung der Fall war. Dann wird der Verschluß 1142 geöffnet, und die Energieversorgung 1140 wird eingeschaltet, wodurch auf dem Target 1142-1 die Zerstäubung erfolgt. Inzwischen wird das Substrat 1137 durch den Erhitzer 1138 auf die gewünschte Temperatur erhitzt und auf dieser gehalten, und die Öffnung des Hauptventils 1134 wird auf den gewünschten Druck in der Abscheidungskammer eingestellt, wie es bei der Filmbildung durch Glühentladung der Fall war.

Zur Erreichung einer ungleichmäßigen Verteilung der H-Atome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz in dem aus a-C:H(p,n) bestehenden Widerstandsfilm werden die Öffnung des Auslaßventils 1117 und/oder die des Auslaßventils 1118 so variiert, daß sich die Strömungsgeschwindigkeit des CH_4/Ar -Gases und/

oder die des PH_3/Ar -Gases längs vorbestimmter Änderungsgeschwindigkeitskurven ändert, so daß wie bei der Filmbildung durch Glühentladung in dem Produktfilm 14 in Richtung seiner Dicke eine Veränderung des Gehalts der H-Atome und/oder der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz eintritt.

Das Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement der in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Art zum Einsatz in dem Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf der Erfindung wird dadurch hergestellt, daß man auf dem Substrat in der oben beschriebenen Weise den wärmeerzeugenden Widerstandsfilm bildet, auf dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm leitfähige Schichten, z.B. eine Au-Schicht und eine Al-Schicht, als Elektroden ausbildet und die Musterbildung der leitfähigen Schichten und des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms durch bekannte photolithographische Verfahren durchführt. Wenn nötig, wird eine den wärmeerzeugenden Widerstandsfilm und die Elektroden bedeckende Schutzschicht gebildet.

Auf der anderen Seite wird das Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement der in Figur 4 gezeigten Art für den Einsatz in dem Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf der Erfindung dadurch gebildet, daß man zunächst auf dem Substrat eine leitfähige Schicht bildet, durch eine photolithographische Technik eine Musterbildung der leitfähigen Schicht vornimmt und den wärmeerzeugenden Widerstandsfilm durch Glühentladung oder Zerstäubung wie oben erläutert bildet.

Die Deckelplatte des Aufzeichnungskopfes besteht aus einem ähnlichen Material wie das Substrat. Die Kanäle werden durch ein geeignetes Verfahren gebildet, wie z.B. durch mechanisches Fräsen mittels Mikrofräse, chemische Ätzung usw.. Wenn ein lichtempfindliches Glas als Material dient, können die Kanäle durch Belichtung in dem gewünschten Muster und anschließende Entwicklung gebildet werden.

Das Verbinden der Deckelplatte mit dem Substrat folgt durch Bindung mittels eines Klebers, nachdem eine genügende lagemäßige Ausrichtung erfolgt ist. Einige Materialarten der Deckelplatte erlauben es, die Verbindung der Deckelplatte mit dem Substrat durch Schmelzschweißung zu erreichen.

Bei der hier beschriebenen Ausführungsform des Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopfes ist der Auslaß 26 der Aufzeichnungsflüssigkeit an einem Ende jedes Kanals 22 gebildet, der die Tintenkammer in der Deckelplatte 20 begrenzt, wie es für den typischen Fall in Figur 7 dargestellt ist. Diese Lage des Auslasses der Aufzeichnungsflüssigkeit schließt andere Lagen jedoch nicht aus, und der Auslaß 26 für die Aufzeichnungsflüssigkeit kann auch auf der Oberfläche der Deckelplatte 20 ausgebildet sein, wie in Figur 8 dargestellt ist. In diesem Fall können die Endöffnungen eines jeden die Tintenkammer begrenzenden Kanals als ein Aufzeichnungsflüssigkeitseingang dienen, durch den die Aufzeichnungsflüssigkeit in den Flüssigkeitsdurchgang eingeführt wird, und die Aufzeichnungsflüssigkeit wird als Strahl durch den Ausgang 26 abgegeben, wie durch den Pfeil Y gezeigt ist. In diesem Fall kann selbstverständlich jeder Kanal an seinem einen Ende geschlossen sein, so daß die Flüssigkeit durch das offene Ende jedes Kanals eingeführt wird.

Eine Modifizierung des Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopfes der beschriebenen Ausführungsform wird nachfolgend erläutert.

Nach Figur 9, die ein Schnitt nach der Linie IX-IX der Figur 8 ist, wird die Deckelplatte 20, soweit nicht die Kanäle bestehen, mit dem Substrat des Elektrizität/Wärme-Umwandlungselements in Kontakt gehalten. Daher sind die längs der betreffenden Kanäle 22 gebildeten Heizabschnitte 24 voneinander durch die Stege 30 isoliert, die durch die das Substrat berührenden Abschnitte der Deckelplatte 20 gebildet sind. Bei der in Figur 9 gezeigten Anordnung sind die wärmeerzeugenden Zonen 18 in den betreffenden Kanälen nahe den Ausgängen 26 vorgesehen.

Die Figuren 10 und 12 sind Schnitte verschiedener Beispiele des Aufzeichnungskopfes der beschriebenen Ausführungsform nach der Linie IX-IX der Figur 8.

Bei dem in Figur 10 gezeigten Aufzeichnungskopf berühren die Stege 30 das Substrat 12 nicht, so daß die den wärmeerzeugenden Zonen 18 entsprechenden Heizabschnitte 24 miteinander in Verbindung stehen. Das heißt, die Flüssigkeitsdurchlässe sind nicht wie in Figur 9 gezeigt unabhängig, sondern benachbarte Flüssigkeitsdurchgänge stehen miteinander in Verbindung.

Bei dem in Figur 11 gezeigten Aufzeichnungskopf sind die Stege 30 nicht in der Deckelplatte 20, sondern in dem Substrat ausgebildet. Daher stehen die Heizabschnitte 24 miteinander in Verbindung, wie es bei dem in Figur 10 gezeigten Aufzeichnungskopf der Fall ist. Daher stehen auch in diesem Fall benachbarte Flüssigkeitsdurchgänge miteinander in Verbindung.

Der in Figur 12 gezeigte Aufzeichnungskopf hat anders als die Aufzeichnungsköpfe der Figuren 10 und 11 keinen Steg. In diesem Fall wird daher der Flüssigkeitsdurchgang durch eine Tintenkammer gebildet, die allen Heizabschnitten 24 gemeinsam ist.

Die in den Figuren 9 bis 12 gezeigten verschiedenen Beispiele, die Abwandlungen des in Figur 8 dargestellten Aufzeichnungskopfes sind, lassen sich auch bei dem Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf der in Figur 7 gezeigten Art realisieren.

Das Vorhandensein der Stege 30 ist nicht wesentlich. Die Stege können nämlich auch wegfallen, vorausgesetzt, daß die Reichweite und das Ziel der fliegenden Tröpfchen einen vorbestimmten Toleranzbereich nicht verlassen, wenngleich es zutrifft, daß die Richtung, Geschwindigkeit und Stärke des Flüssigkeitsstrahls durch die in den benachbarten Flüssigkeitsausgängen stehende Flüssigkeit beeinflusst werden. Die Bildung von Stegen wird jedoch bevorzugt, um

gegenseitige Beeinflussungen zwischen benachbarten Flüssigkeitsausgängen zu verringern und die Wirksamkeit der Energieumwandlung zu verbessern. Dem Fachmann ist klar, daß die Stege einteilig mit der Deckelplatte gebildet werden können oder aber als unabhängige Körper gebildet werden können, die dann in zweckmäßiger Weise an der Deckelplatte angebracht werden. Die flache Deckelplatte kann aus dem gleichen Material wie die oben erläuterte Deckelplatte mit Kanälen bestehen. Gehärtete Filme aus einem lichtempfindlichen Harz können als Material der Stege und der Deckelplatte dienen.

Aus der vorstehenden Beschreibung ist ersichtlich, daß die vorliegende Erfindung einen Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf mit eingebautem Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement mit einem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm aus einem Wasserstoffatome in einer Matrix aus Kohlenstoffatomen enthaltenden, amorphen Material schafft sowie auch ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem, in das dieser Aufzeichnungskopf integriert ist. Der wärmeerzeugende Widerstandsfilm aus dem oben erwähnten amorphen Material zeigt eine hohe chemische Beständigkeit, ausgezeichneten Widerstand gegen elektrochemische Reaktionen und Oxidation sowie ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber mechanischen Stößen und Wärme und daher ein hohes thermisches Ansprechvermögen und Haltbarkeit. Ferner ist es nach der vorliegenden Erfindung leicht, den wärmeerzeugenden Widerstandsfilm zu bilden.

Es ist zu bemerken, daß die Regulierung des elektrischen Widerstandes bei der Ausführungsform erleichtert wird, die neben den Wasserstoffatomen auch eine die elektrische Leitfähigkeit kontrollierende Substanz enthält.

Es ist so möglich, eine Hochfrequenz-Ansprecheigenschaft und eine ausgezeichnete Zuverlässigkeit bei der Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnung zu verwirklichen.

Es ist auch möglich, verschiedene erwünschte Eigenschaften, wie Wärmeakkumulationsvermögen, Wärmestrahlungsvermögen, Affinität zwischen Substrat und Widerstandsfilm und Beständigkeit gegen chemische Reaktion mit der Aufzeichnungsflüssigkeit, dadurch leicht zu erreichen, daß man eine ungleichmäßige Verteilung des Gehalts der Wasserstoffatome und/oder des Gehalts der die elektrische Leitfähigkeit kontrollierenden Substanz anwendet.

Praktische Beispiele des Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopfes gemäß der Erfindung werden nachfolgend beschrieben.

Beispiele:

Beispiele des Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopfes der Erfindung sowie ein Vergleichsbeispiel wurden unter Benutzung der Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente aufgestellt, die nach den folgenden Verfahren hergestellt wurden.

Ein von Corning Glass Works hergestelltes Glas Nr. 7059 diente als Substratmaterial. Eine Oberflächenschicht aus wärmeoxidiertem SiO_2 in einer Dicke von 5 μm wurde als Wärmeakkumulations-schicht gebildet. In jedem Falle wurden auf dem Substrat eine wärmeerzeugende Widerstandsschicht und Elektroden gebildet, und es wurde eine Schutzschicht gebildet, als es nötig war. Die geschichteten Strukturen aus wärmeerzeugendem Widerstandsfilm, Elektroden und Schutzschicht wurden in den folgenden drei Typen A, B und C hergestellt.

Typ A

Der wärmeerzeugende Widerstandsfilm wurde durch das oben in Verbindung mit Figur 6 erläuterte Abscheidungssystem auf dem Substrat gebildet. Die Bedingungen der Abscheidung wurden in den Tabellen 1, 2, 4, 5, 7 und 9 angegeben. Insbesondere wurden die in den Tabellen 1, 4, 7 und 9 angeführten Beispiele durch Glühentladung hergestellt, während die in Tabelle 2 und 5 gezeigten Beispiele und das Vergleichsbeispiel durch Zerstäubung gebildet wurden. Bei der

Zerstäubung für die Herstellung der in den Tabellen 2 und 5 angegebenen Beispiele diente Graphit (99,9 % Reinheit) als Targetmaterial, während die Zerstäubung bei der Herstellung des Vergleichsbeispiels HfB_2 als Targetmaterial benutzte.

Das unter den gleichen Bedingungen durchgeführte Vergleichsbeispiel diente zum Vergleich in einem ersten Fall (a-C:H), einem zweiten Fall (a-C:H mit ungleichmäßiger H-Verteilung), einem dritten Fall (a-C:H(p,n)) und in einem vierten Fall (a-C:H(p,n) mit ungleichmäßiger (p,n)-Verteilung).

Bei der Abscheidung wurden die Gasströmungsgeschwindigkeiten und anderen Bedingungen entsprechend den Angaben in den Tabellen 1, 2, 4, 5, 7 und 9 eingehalten, so daß wärmeerzeugende Widerstandsfilme mit den in den Tabellen 3, 6, 8 und 10 angegebenen Dicken gebildet wurden.

Dann wurde auf dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm nach dem Elektronenstrahlverfahren eine Al-Schicht gebildet, und durch photolithographische Technik wurde ein Resistmuster gebildet. Unter Benutzung dieses Resistmusters wurde die Al-Schicht geätzt, so daß sich mehrere Elektrodenpaare bildeten. Dann wurde durch photolithographische Technik ein anderes Resistmuster gebildet, und unnötige Teile des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms wurden durch Ätzung mit einer Ätzflüssigkeit des HF-Systems entfernt. Demgemäß wurden mehrere wärmeerzeugende Widerstandselemente gebildet, von denen jedes eine wärmeerzeugende Zone aus einem Teil des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms von $40\text{ }\mu\text{m} \times 200\text{ }\mu\text{m}$ und darauf abgeschiedene Elektroden hatte. Die Dichte der wärmeerzeugenden Zone war 8 je Millimeter.

Anschließend wurde durch die Schleuderbeschichtungsmethode eine Schicht aus lichtempfindlichem Polyimid (Handelsname Photoneece) gebildet. Nach einer 1-stündigen Vorhärtung bei $80\text{ }^\circ\text{C}$ wurde das wärmeerzeugende Element unter Benutzung eines Ausrichtgeräts belichtet und dann entwickelt, um so eine Öffnung für ein Fenster in jeder

Wärmeerzeugungszone zu bilden. Schließlich wurde das wärmeerzeugende Element 30 Minuten bei 140 °C und 1 Stunde bei 400 °C nachgehärtet, wodurch die Reihe der Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente vervollständigt wurde.

Die Widerstandswerte der Wärmeerzeugungszonen in den verschiedenen, durch die oben beschriebene Methode hergestellten Elektrizität/Wärme-Umwandlungselementen sind in den Tabellen 3, 6, 8 und 10 angegeben. Das lichtempfindliche Polyimid diente dazu, jegliche Elektrolyse der Al-Elektrode in der Tinte zu verhindern.

Die so vervollständigte Reihenanzordnung der Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente ist in schematischer perspektivischer Ansicht in Figur 13 und in schematischer Schnittansicht in Figur 14 dargestellt. In diesen Figuren bezeichnet die Bezugszahl 28 eine Polyimidschicht.

Typ B

Ein wärmeerzeugender Widerstandsfilm konnte auf jedem Substrat in der gleichen Weise wie bei Typ A unter den in den Tabellen 1, 2, 4, 5, 7 und 9 angegebenen Abscheidungsbedingungen gebildet werden. Während der Abscheidung wurden die Gasströmungsgeschwindigkeiten und andere Faktoren entsprechend den Angaben in den Tabellen 1, 2, 4, 5, 7 und 9 eingehalten, so daß die wärmeerzeugenden Widerstandsfilme in den verschiedenen in den Tabellen 6, 8 und 10 angegebenen Dicken gebildet wurden.

Dann wurde auf dem wärmeerzeugenden Widerstandsfilm durch die Elektronenstrahlmethode eine Au-Schicht gebildet, und es wurde durch photolithographische Technik ein Resistmuster gebildet. Unter Benutzung dieses Resistmusters wurde die Au-Schicht unter Bildung mehrerer Elektrodenpaare geätzt. Dann wurde durch photolithographische Technik ein weiteres Resistmuster gebildet, und die unnötigen Teile des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms wurden mit einer Ätzflüssigkeit des HF-Systems weggeätzt. Demgemäß wurde

eine Mehrzahl von wärmeerzeugenden Widerstandselementen gebildet, von denen jedes eine wärmeerzeugende Zone aus einem Teil des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms in der Größe von $40\text{ }\mu\text{m} \times 200\text{ }\mu\text{m}$ und darauf abgeschiedene Elektroden hatte. Die Dichte der wärmeerzeugenden Zonen war 8 je Millimeter. Die Widerstände der wärmeerzeugenden Zonen in den verschiedenen, durch das oben beschriebene Verfahren hergestellten Elektrizität/Wärme-Umwandlungselementen sind wie im Falle des Typs A in den Tabellen 3, 6, 8 und 10 angegeben. Der Aufbau der so vervollständigten Reihe von Elektrizität/Wärme-Umwandlungselementen ist in der schematischen perspektivischen Ansicht in Figur 15 und in der schematischen Schnittansicht in Figur 16 dargestellt.

Typ C

Auf dem Substrat wurde durch die Elektronenstrahlmethode eine Al-Schicht gebildet, auf der durch photolithographische Technik ein Resistmuster gebildet wurde. Unter Benutzung dieses Resistmusters wurden auf der Al-Schicht mehrere Elektrodenpaare gebildet. Dann wurde auf der Al-Schicht ein wärmeerzeugender Widerstandsfilm gebildet. Dies konnte nach dem gleichen Verfahren wie bei Typ A geschehen. Die Abscheidungsbedingungen wurden so eingehalten, wie sie in den Tabellen 1, 2, 4, 5, 7 und 9 angegeben sind, so daß der wärmeerzeugende Widerstandsfilm in verschiedenen Dicken gemäß den Angaben in den Tabellen 3, 6, 8 und 10 gebildet wurde. Dann wurde ein weiteres Resistmuster durch photolithographische Technik gebildet, und der unnötige Teil des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms wurde durch eine Ätzflüssigkeit des HF-Systems entfernt. Demgemäß wurden wärmeerzeugende Widerstandselemente gebildet, von denen jedes eine wärmeerzeugende Zone aus einem Teil des wärmeerzeugenden Widerstandsfilms in der Größe von $40\text{ }\mu\text{m} \times 200\text{ }\mu\text{m}$ und darauf abgeschiedene Elektroden hatte. Die Dichte der wärmeerzeugenden Zonen betrug 8 je mm. In diesem Fall wurden die Al-Elektroden durch den wärmeerzeugenden Widerstandsfilm in wirksamer Weise geschützt, so daß es nicht notwendig war, einen Schutzfilm für die Elektroden zu bilden. Die Widerstandswerte der wärmeerzeugenden

Zonen der nach der oben beschriebenen Methode gebildeten Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente sind wie im Falle des Typs A in den Tabellen 3, 6, 8 und 10 angegeben. Der Aufbau der so gebildeten Reihe der Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente ist in der schematischen perspektivischen Darstellung in Figur 17 und in der schematischen Schittdarstellung in Figur 18 dargestellt.

Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungsköpfe wurden unter Benutzung der Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente hergestellt, die nach den verschiedenen, oben beschriebenen Methoden gebildet wurden. Im großen und ganzen wurden zwei Arten Aufzeichnungsköpfe hergestellt, nämlich der Typ I in dem in Figur 7 gezeigten Aufbau und der Typ II in dem in Figur 8 gezeigten Aufbau. Der Aufzeichnungskopf des Typs I wurde nach zwei unterschiedlichen Verfahren hergestellt. Der nach dem ersten Verfahren hergestellte Aufzeichnungskopf wird als Typ I-1 bezeichnet, während der nach dem zweiten Verfahren hergestellte Aufzeichnungskopf als Typ I-2 bezeichnet wird.

Die Herstellungsverfahren waren wie folgt.

Typ I-1

Unter Bezugnahme auf Figur 19 wurde aus einer Glasplatte 40 eine Deckelplatte 20 mit Kanälen gebildet. Mehrere Kanäle 22, die die Flüssigkeitsdurchgänge bilden sollen, von denen jeder 40 µm breit und 40 µm tief ist, und eine Rinne 42, die eine gemeinsame, mit den Flüssigkeitsdurchgängen in Verbindung stehende Tintenammer bilden soll, wurden durch eine Mikrofräse in der Glasplatte 40 ausgebildet, wodurch die mit Kanälen ausgestattete Deckelplatte 20 vervollständigt wurde.

Die Deckelplatte 20 wurde dann mit jeder Reihe der nach den oben beschriebenen Verfahren gebildeten Elektrizität/Wärme-Umwandlungselementen so verbunden, daß die wärmeerzeugenden Zonen in den Elektrizität/Wärme-Umwandlungselementen auf die Kanäle 22

ausgerichtet sind, so daß die Flüssigkeitsdurchgänge und die gemeinsame Tintenkammer gebildet werden. Dann wurden Tinteneingangsrohre 44 zur Einführung einer Tinte in die gemeinsame Tintenkammer mit dem Bausatz verbunden, wodurch ein integraler Aufzeichnungskopf 46 gebildet wurde.

Typ I-2

Jedes Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement wurde mit einem lichtempfindlichen Film 50 beschichtet, der ein von Tokyo Oka Kogyo unter dem Handelsnamen Ordyl hergestellter Film war. Das beschichtete Element wurde dann durch ein Ausrichtgerät belichtet und entwickelt, so daß der Film 50 zu einem vorbestimmte Muster ausgebildet wurde. Dann wurde eine Glasplatte 54, die ebenfalls mit einem lichtempfindlichen Film 52 aus dem gleichen Material wie der Film 50 beschichtet war, an den gemusterten Film auf dem Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement angeklebt. Der so gebildete Körper wurde dann mechanisch, wie z.B. durch Würfelschneiden, geschnitten, um die Flüssigkeitsausgänge 26 freizulegen. Dann wurden Tinteneingangsrohre 44 zur Einführung einer Tinte aus einer Quelle (nicht dargestellt) an den geschnittenen Bausatz angeschlossen, wodurch ein integraler Aufzeichnungskopf 56 gebildet wurde, wie er in der schematischen perspektivischen Ansicht in Figur 21 gezeigt ist.

Typ II

Es wurde eine Deckelplatte 20 gebildet, die in ihrer Hauptoberfläche Flüssigkeitsausgänge 26 hat. Insbesondere wurde die Deckelplatte 20 aus einer Edelstahlplatte gefertigt, in der die Kanäle beispielsweise durch Ätzen gebildet wurden. Ein Muster eines lichtempfindlichen Films, der von Hitachi Chemical Co., Ltd. unter dem Handelsnamen PHT-145FT-50 hergestellt wird, wurde auf der Edelstahlplatte gebildet, und durch ein Elektroformungsverfahren wurde eine Ni-Plattierschicht gebildet. Die Flüssigkeitsausgänge 26 wurden an Stellen gebildet, wo das lichtempfindliche Filmmuster existiert. Die so gebildete Deckelplatte 20 wurde

mit einem Kleber an die Reihe der Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente in der Weise angeklebt, daß die wärmeerzeugenden Zonen auf die Flüssigkeitsausgänge 26 ausgerichtet sind. Das Elektrizität/Wärme-Umwandlungselement wurde vorher mechanisch gelocht, um die Tintenzuführung in die gemeinsame Tintenkammer in der Deckelplatte 20 zu ermöglichen. Dann wurde ein Tinteneinführungrohr 60 für die Einführung einer Tinte aus einer Quelle (nicht dargestellt) an die Unterseite des Elektrizität/Wärme-Umwandlungselements angeschlossen, wodurch sich ein integraler Aufzeichnungskopf 62 ergab, wie er in der schematischen perspektivischen Ansicht der Figur 22 gezeigt ist. In Figur 22 bezeichnet die Zahl 64 Aussparungen, die zwischen den benachbarten Flüssigkeitsausgängen Stege schaffen. So kann der Aufzeichnungskopf des Typs II nach der Ausbildung der Stege entweder die in Figur 9 gezeigte Konstruktion oder die in Figur 10 gezeigte Konstruktion oder sogar die in Figur 12 gezeigte Konstruktion haben, die ohne Stege auskommt.

So sind drei Typen A, B und C in dem Aufbau der Reihenanordnung der Elektrizität/Wärme-Umwandlungselemente und drei Typen I-1, I-2 und II der Konstruktion des Aufzeichnungskopfes verfügbar, und es sind verschiedene Kombinationen aus diesen Typen möglich.

Unter diesen verschiedenen Kombinationen wurde eine Kombination des Elektrizität/Wärme-Umwandlungselements des Typs A und der Aufzeichnungskopf-Konstruktion des Typs I-1 einem Haltbarkeitstest unterzogen, der nachfolgend erläutert wird.

An dem durch die Konstruktion des Typs A und die Konstruktion des Typs I gebildeten Aufzeichnungskopf wurde eine Leitungstafel angebracht, um die Aufzeichnungskopf-Einheit zu vervollständigen. Die Leitungstafel hatte Elektrodenleitungen (nicht dargestellt), die an die den zugehörigen wärmeerzeugenden Zonen entsprechenden, unabhängigen Elektroden 17 angeschlossen waren,

und eine Elektrodenleitung (nicht dargestellt) zu der Elektrode 16, die allen wärmeerzeugenden Zonen gemeinsam war.

Unter Benutzung dieser Aufzeichnungskopf-Einheit wurde ein Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem zusammengebaut, das in der schematischen perspektivischen Ansicht in Figur 23 gezeigt ist. Wie aus dieser Figur ersichtlich ist, benutzt das Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystem die folgenden Teile: die Aufzeichnungskopf-Einheit 70; einen die Aufzeichnungskopf-Einheit 70 tragenden Wagen 72; Führungskörper 74 zur Führung der hin und her gehenden Bewegung des Wagens 72; und eine Walze 76. Die Zahl 78 bezeichnet ein auf der Walze 76 gehaltenes Aufzeichnungsmedium, wie z.B. ein Druckpapier.

Die Aufzeichnungskopf-Einheit 70 ist so ausgerichtet, daß die Aufzeichnungsflüssigkeitsausgänge in Richtung des Pfeils Z gerichtet sind, so daß die Tröpfchen der Aufzeichnungsflüssigkeit in Richtung des Pfeils Z fliegen können und in Form von Punkten auf dem auf der Walze 76 befindlichen Aufzeichnungsmedium 78 abgeschieden werden. Die Hauptabtastung erfolgt durch Antrieb der Aufzeichnungskopf-Einheit 70 durch ein geeignetes Antriebsmittel längs der Führungskörper 74, während die Hilfsabtastung so erfolgt, daß die Walze 76 durch ein anderes geeignetes Antriebsmittel um die Achse der Welle 77 gedreht wird, wobei die eingegebene Information durch die Flüssigkeitspunkte auf dem Aufzeichnungsmedium aufgezeichnet werden.

Es wurde ein Test unter Benutzung dieses Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystems unter den folgenden Bedingungen durchgeführt.

Es wurden Rechteckwellen-Impulse den wärmeerzeugenden Zonen zugeführt. Die Impulsbreite war 10 μ sec und die Periode war 200 μ sec. Die Spannungshöhe des Impulses betrug das 1,2-fache der Mindest-Siedetemperatur, bei der die Blasenerzeugung

in der Tinte begann. Demgemäß wurde die Spannung des Impulses zu 24 V gewählt, wenn die Mindestsiedetemperatur 20 V entsprach. Die Zusammensetzung der benutzten Tinte war wie folgt.

Wasser	68 Gewichtsteile
DAG (Diäthylenglykol)	30 Gewichtsteile
schwarzer Farbstoff	2 Gewichtsteile

Der Testbetrieb des Aufzeichnungssystems erfolgte unter Benutzung der oben angegebenen Tinte und unter den oben erläuterten Bedingungen. Die Haltbarkeit wurde für verschiedene Proben geprüft, und die Ergebnisse der Prüfungen sind in den Tabellen 3, 6, 8 und 10 angegeben. Die Bewertung der Haltbarkeit erfolgt durch Zählung der Anzahl der elektrischen Impulse, denen der Aufzeichnungskopf standhält. Die Zeichen "o" und "x" in diesen Tabellen geben an, daß der Aufzeichnungskopf 10^9 oder mehr wiederholten Impulszyklen standhält bzw. daß der Aufzeichnungskopf nur 10^6 Zyklen oder weniger standhält.

Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, daß der Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf nach der vorliegenden Erfindung gegenüber dem Vergleichsbeispiel eine ausgezeichnete Haltbarkeit und Aufzeichnungseigenschaft aufweist. Obgleich das Ergebnis des mit der Kombination aus Typ A und Typ I-1 besonders beschrieben wurde, wurden ähnlich ausgezeichnete Ergebnisse des Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopfes der Erfindung auch bei Kombinationen aus den anderen Typen erzielt.

Tabelle 1

Beispiel Nr.	Reaktionsgas			Elektr. Leistung (W/cm ²)	Substrat- temperatur (°C)	Substrat- material
	Art A/B	Verhältnis A/B	Durchsatz- menge (SCCM)			
P-1	CH ₄	1	50	0,8	350	Glas
P-2	C ₂ H ₆	1	50	1,5	350	Glas
P-3	CH ₄	1	50	0,8	350	Si
P-4	C ₂ H ₆	1	50	1,5	350	Si

Tabelle 2

Beispiel Nr.	Reaktionsgas			Elektr. Leistung (W/cm ²)	Substrat- temperatur (°C)	Substrat- material
	Art A/B	Verhältnis A/B	Durchsatz- menge (SCCM)			
S-1	H ₂	1	50	13	350	Glas
S-2	H ₂	1	50	13	350	Si
Bezugs- beispiel	Ar	1	20	1,6	200	Si

ORIGINAL INSPECTED

Tabelle 3

Beispiel Nr.	Dicke (Å)	Widerstand (Ω)	Haltbarkeit
P-1	1000	205	o
P-2	1000	205	o
P-3	1000	205	o
P-4	1000	205	o
S-1	1000	205	o
S-2	1000	205	o
Bezugsbeispiel	1500	120	x

Tabelle 4

Beispiel Nr.	Reaktionsgas			Elektr. Leistung (W/cm ²)	Substrattemperatur (°C)	Substratmaterial
	Art A/B	Verhältnis A/B	Durchsatzmenge (SCCM)			
P-5	CH ₄	1	50 → 20	0,8	350	Glas
P-6	C ₂ H ₆	1	50 → 20	1,5	350	Glas
P-7	CH ₄	1	20 → 50	0,8	350	Glas
P-8	C ₂ H ₆	1	20 → 50	1,5	350	Glas
P-9	CH ₄	1	50 → 20	0,8	350	Si
P-10	C ₂ H ₆	1	50 → 20	1,5	350	Si
P-11	CH ₄	1	20 → 50	0,8	350	Si
P-12	C ₂ H ₆	1	20 → 50	1,5	350	Si

Tabelle 5

Beispiel Nr.	Reaktionsgas			Elektr. Leistung (W/cm ²)	Substrat- temperatur (°C)	Substrat- material
	Art A/B	Verhältnis A/B	Durchsatz- menge (SCCM)			
S-3	H ₂	1	20 → 10	13	350	Glas
S-4	H ₂	1	20 → 10	13	350	Si
Bezugs- beispiel	Ar	1	20	1,5	200	Si

Tabelle 6

Beispiel Nr.	Dicke (Å)	Widerstand (Ω)	Haltbarkeit
P-5	1000	230	o
P-6	1000	230	o
P-7	1000	230	o
P-8	1000	230	o
P-9	1000	230	o
P-10	1000	230	o
P-11	1000	230	o
P-12	1000	230	o
S-3	1000	230	o
S-4	1000	230	o
Bezugsbeispiel	1500	120	x

Tabelle 7

Beispiel Nr.	Reaktionsgas			Elektr. Leistung (W/cm ²)	Substrat- temperatur (°C)	Substrat- material
	Art A/B	Verhältnis A/B	Durchsatz- menge (SCCM)			
P-13	CH ₄ /Ar PH ₃ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 125	1,5	350	Glas
P-14	CH ₄ /Ar B ₂ H ₆ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 125	1,5	350	Glas
P-15	CH ₄ /Ar PH ₃ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 125	1,5	350	Si
P-16	CH ₄ /Ar B ₂ H ₆ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 125	1,5	350	Si

Tabelle 8

Beispiel Nr.	Dicke (Å)	Widerstand (Ω)	Haltbarkeit
P-13	1000	180	o
P-14	1000	180	o
P-15	1000	180	o
P-16	1000	180	o
Bezugsbeispiel	1500	120	x

Tabelle 9

Beispiel Nr.	Reaktionsgas			Elektr. Leistung (W/cm ²)	Substrat- temperatur (°C)	Substrat- material
	Art A/B	Verhältnis A/B	Durchsatz- menge (SCCM)			
P-17	CH ₄ /Ar PH ₃ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 → 30 125	1,5	350	Glas
P-18	CH ₄ /Ar B ₂ H ₆ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 → 30 125	1,5	350	Glas
P-19	CH ₄ /Ar PH ₃ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 125	1,5→1,6	350	Glas
P-20	CH ₄ /Ar B ₂ H ₆ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 125	1,5→1,6	350	Glas
P-21	CH ₄ /Ar PH ₃ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 → 30 125	1,5	350	Si
P-22	CH ₄ /Ar B ₂ H ₆ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 → 30 125	1,5	350	Si
P-23	CH ₄ /Ar PH ₃ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 125	1,5→1,6	350	Si
P-24	CH ₄ /Ar B ₂ H ₆ /Ar	0,5 1·10 ⁻⁵	50 125	1,5→1,6	350	Si

Tabelle 10

Beispiel Nr.	Dicke (Å)	Widerstand (Ω)	Haltbarkeit
P-17	1000	205	o
P-18	1000	205	o
P-19	1000	205	o
P-20	1000	205	o
P-21	1000	205	o
P-22	1000	205	o
P-23	1000	205	o
P-24	1000	205	o
Bezugsbeispiel	1500	120	x

Eine praktische Ausführungsform eines Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystems der Erfindung, das den beschriebenen Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungskopf enthält, wird nachfolgend beschrieben. Figur 30 ist eine perspektivische Ansicht eines Flüssigkeitsstrahl-Aufzeichnungssystems der vorliegenden Erfindung mit teilweise weggeschnittener Wandung.

Dieses Aufzeichnungssystem hat zwei Aufzeichnungskopf-Einheiten 70, die nebeneinander auf einem Wagen 72 montiert und durch Halter 71 befestigt sind. Jede Aufzeichnungskopf-Einheit 70 ist abnehmbar und kann frei verfügbar sein, so daß sie verworfen werden kann, wenn die darin befindliche Aufzeichnungsflüssigkeit verbraucht ist.

Ein um die Scheiben 80 und 81 laufender Draht 82 ist mit beiden Enden mit den betreffenden Seitenflächen des Wagen 72 verbunden. Die Scheibe 81 wird durch einen Motor 84 angetrieben. Die Anordnung ist so, daß der Wagen 72 beim Betrieb des Motors 84 über den Draht 82 gezogen wird, so daß er sich in Figur 30 längs der Führungskörper 74 nach links und rechts bewegt.

Die Walze 76 wird von einer Drehwelle 77 getragen, die ihrerseits über einen Getriebemechanismus 88 von einem anderen Motor 86 angetrieben wird, um das Aufzeichnungsmedium 78 zuzuführen.

Beim Betrieb werden elektrische Signale, die der aufzeichnenden Information entsprechen, durch eine flexible Leiterbahn 90 den Aufzeichnungskopf-Einheiten 70 zugeführt, so daß diese die Tröpfchen der Aufzeichnungsflüssigkeit wie durch die Pfeile Z angegeben zum Aufzeichnungsmedium hin abstrahlen, wodurch die Information auf dem Aufzeichnungsmedium aufgezeichnet wird.

Selbstverständlich kann der Aufzeichnungskopf ein Vollzeilenkopf sein, der sich über die gesamte Länge der Aufzeichnungs- oder Druckzeile erstreckt. In einem solchen Fall ist es anders als bei der in Figur 30 gezeigten Ausführungsform nicht erforderlich, einen Mechanismus für den Antrieb des Aufzeichnungskopfes zu verwenden.

- 51 -
- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

65

Nummer: 36 18 534
Int. Cl. 4: B 41 J 3/04
Anmeldetag: 3. Juni 1986
Offenlegungstag: 11. Dezember 1986

FIG. 1

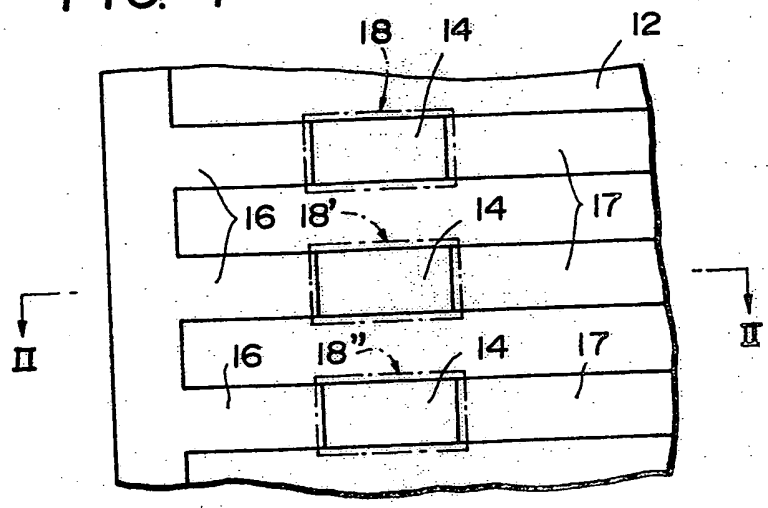


FIG. 2

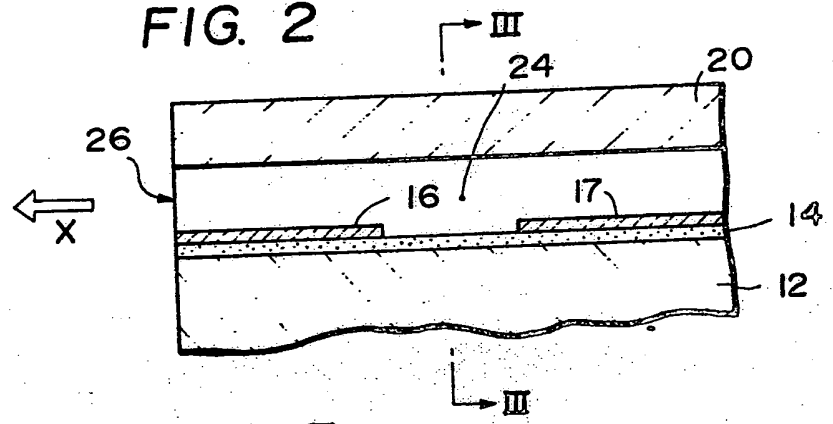


FIG. 3

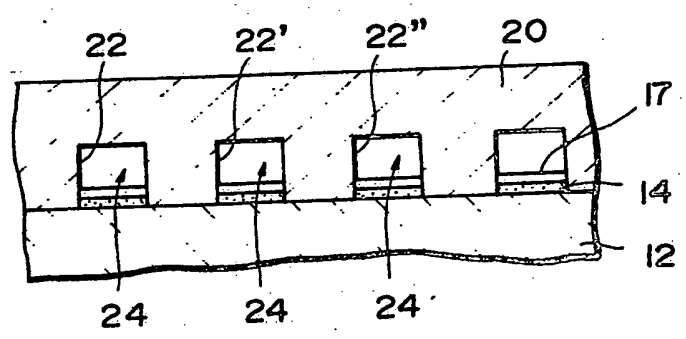


FIG. 4

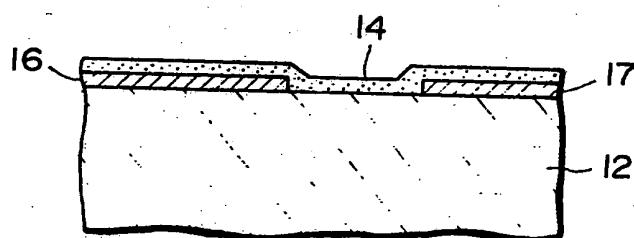
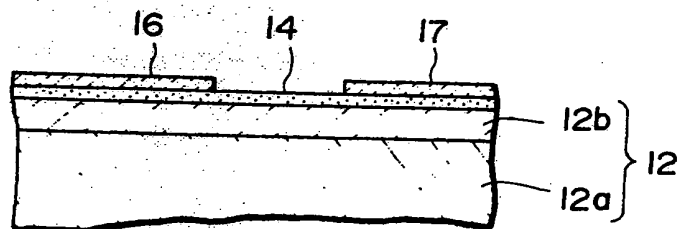


FIG. 5



୧୭୮

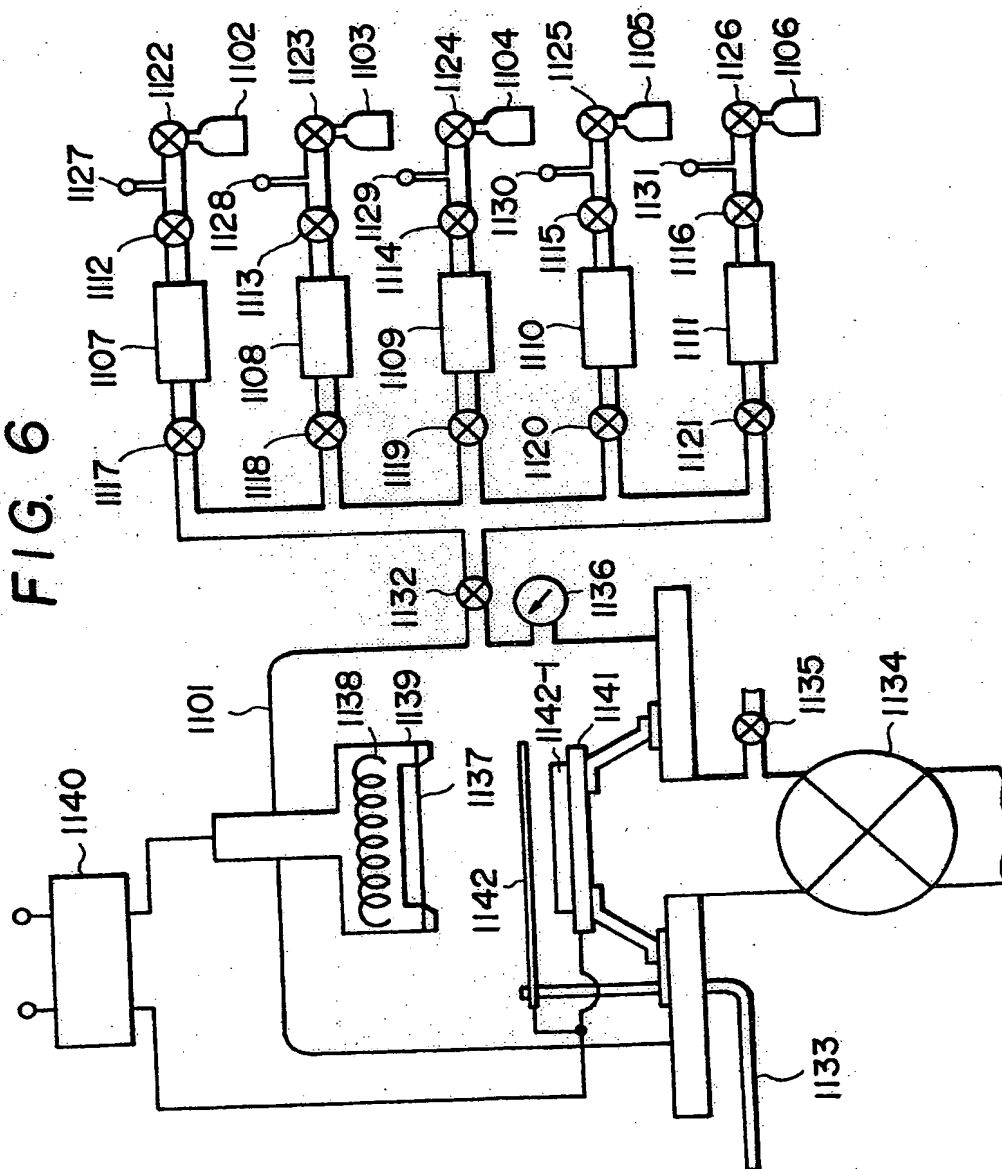


FIG. 9

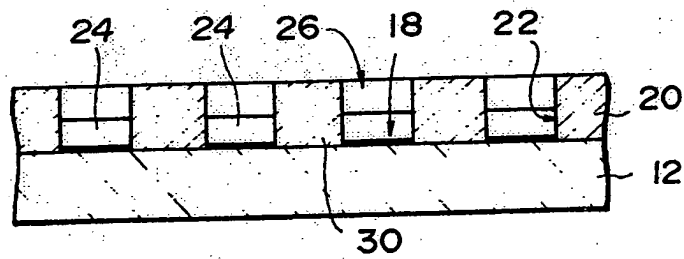


FIG. 10

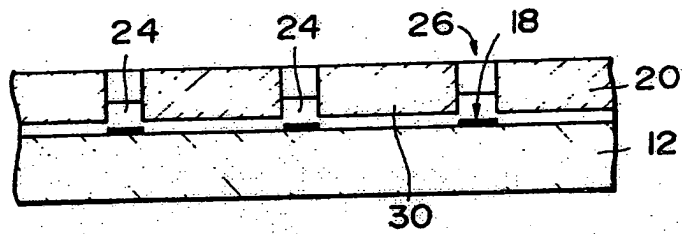


FIG. 11

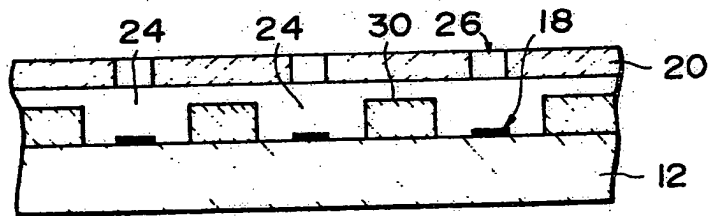


FIG. 12

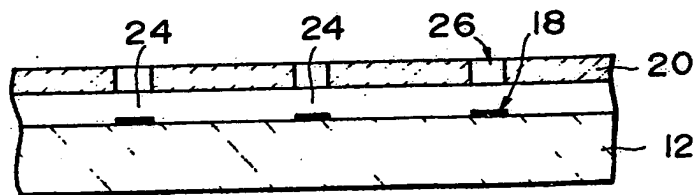


FIG. 13

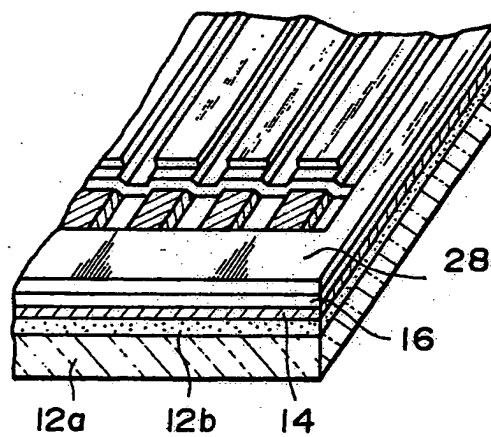
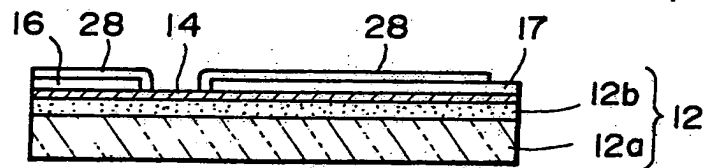


FIG. 14



ORIGINAL INSPECTED

034873

3618534

- 57 -

FIG. 15

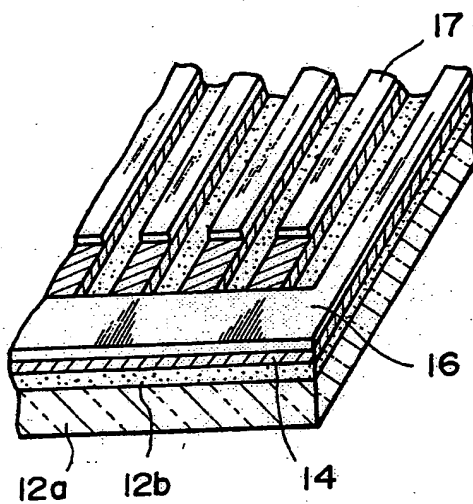


FIG. 16

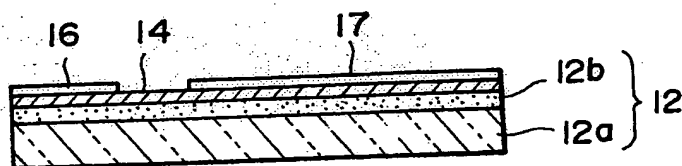


FIG. 17

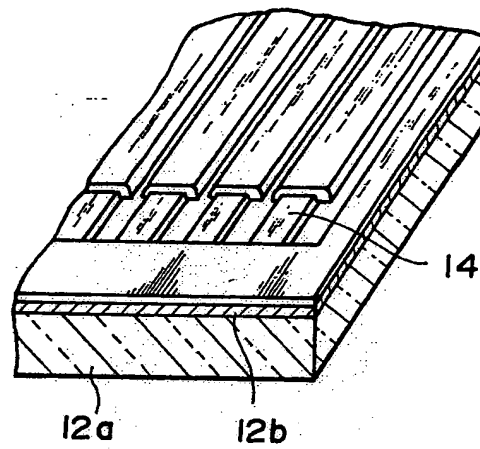


FIG. 18

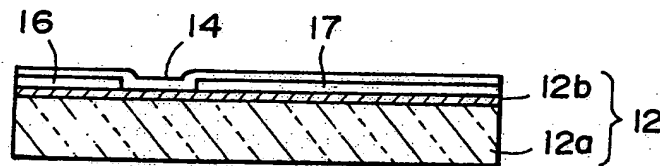


FIG. 19

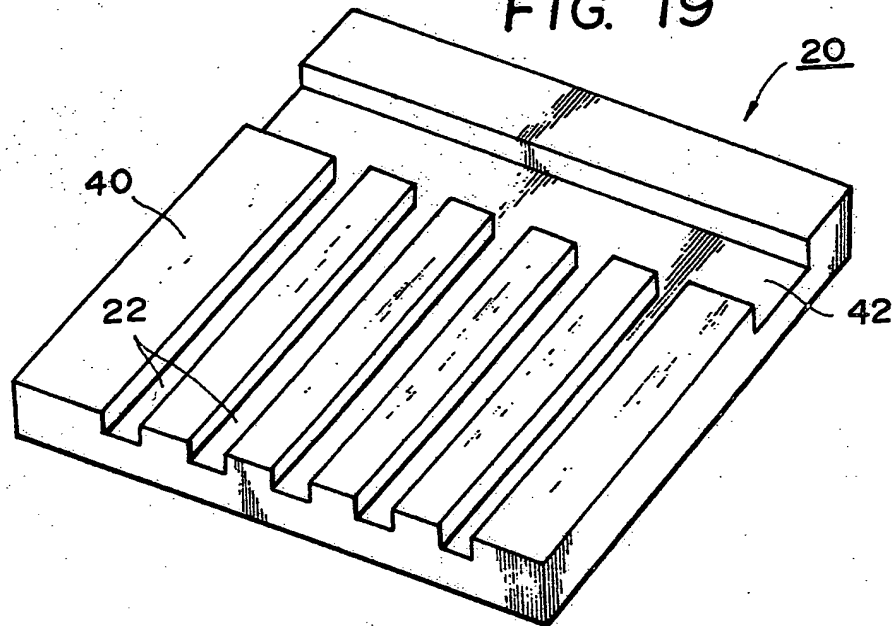
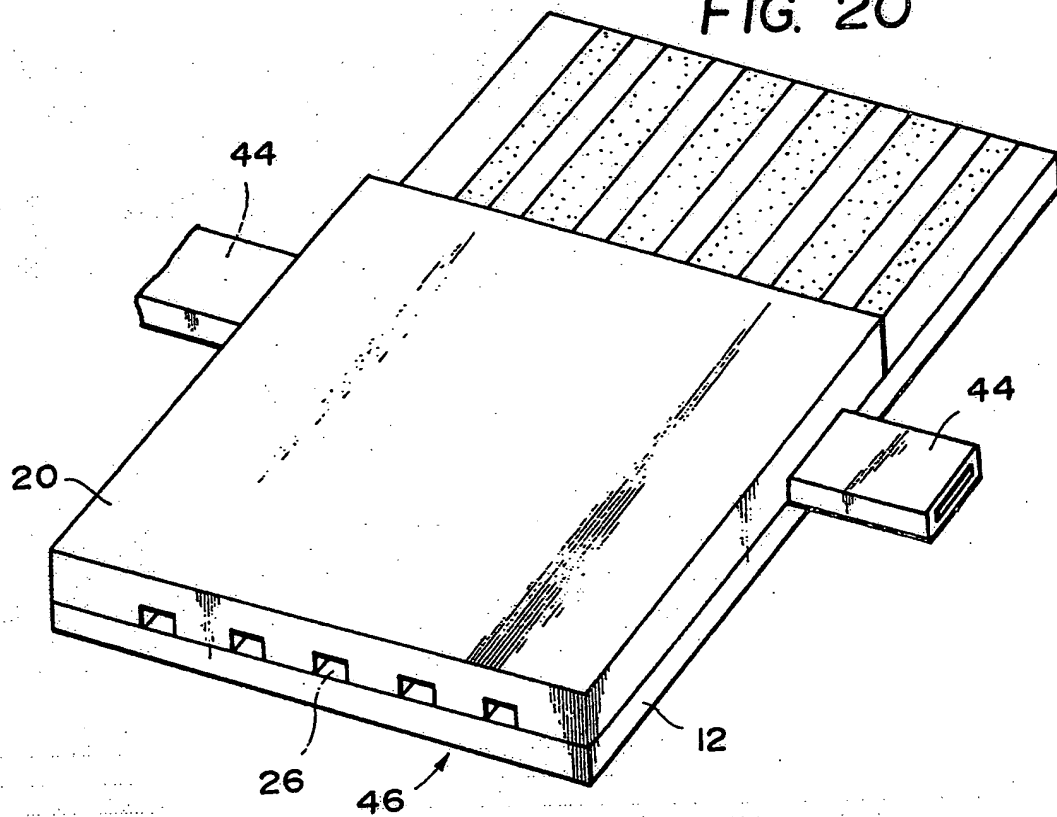


FIG. 20



ORIGINAL INSPECTED

FIG. 21

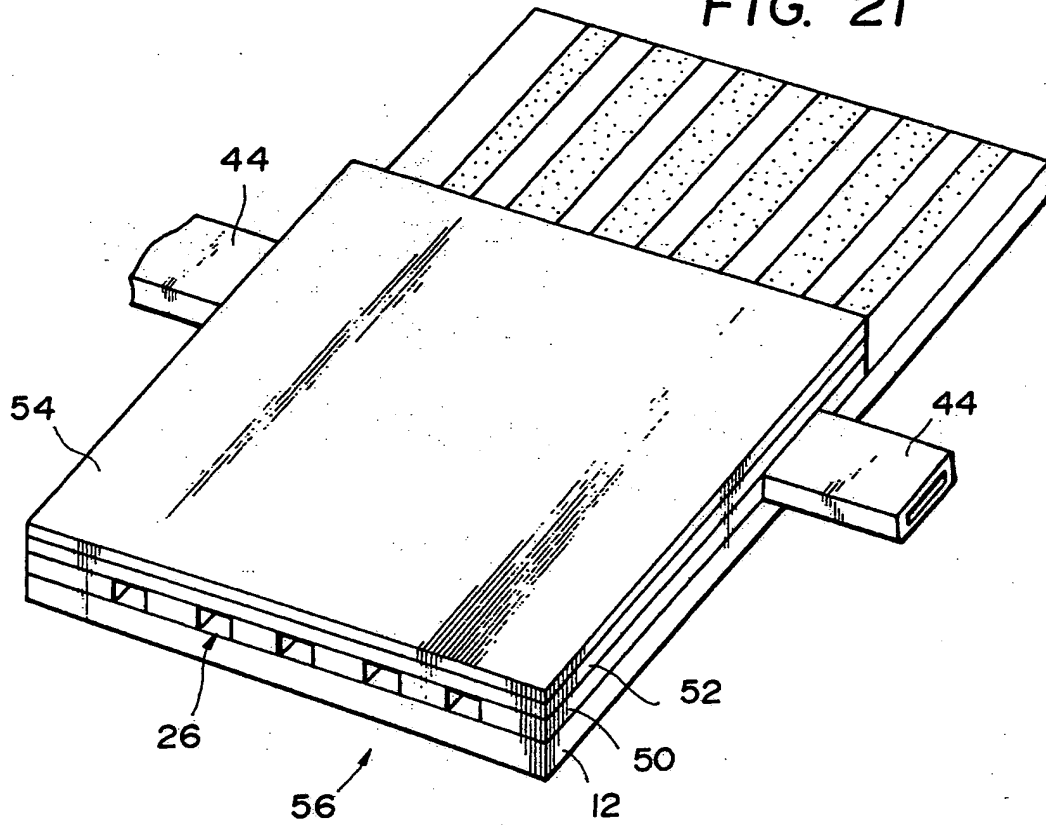
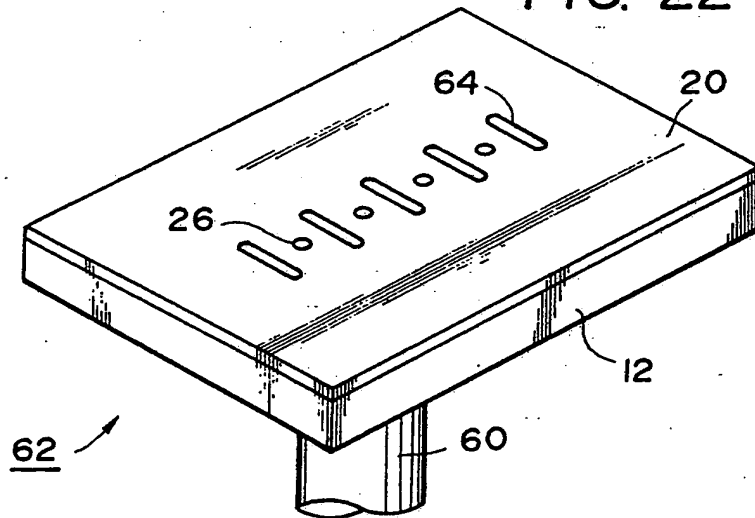


FIG. 22



ORIGINAL INSPECTED

FIG. 23

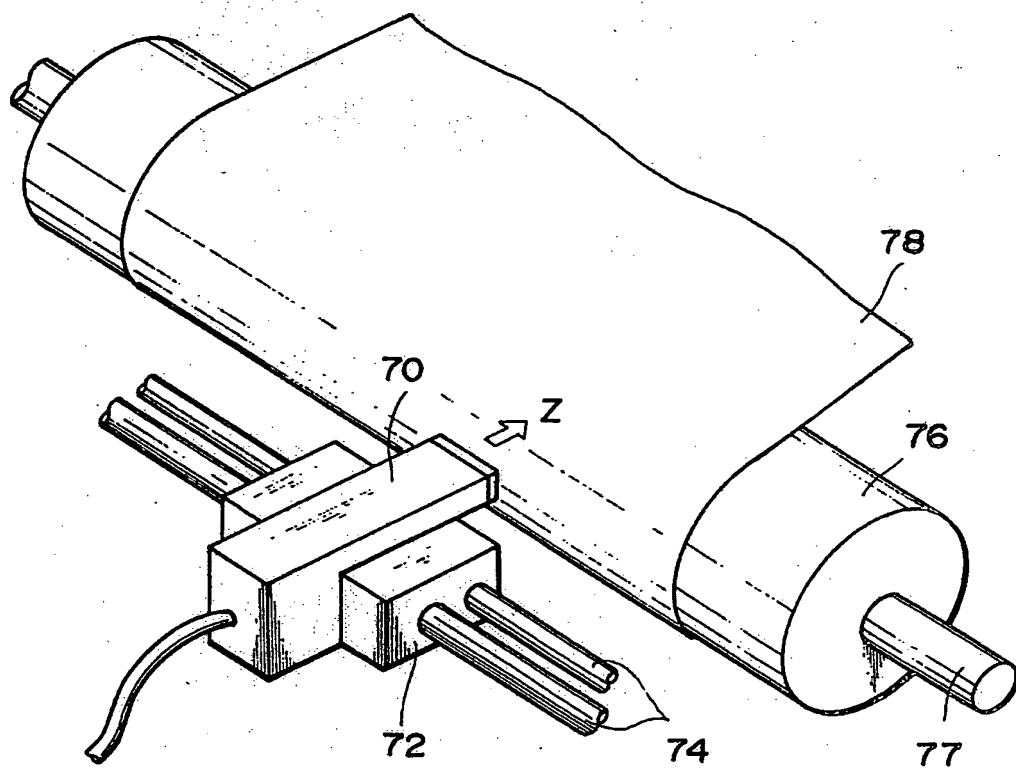


FIG. 24

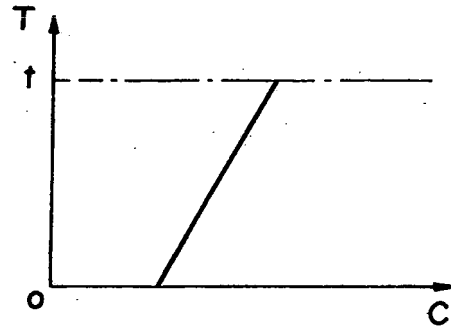


FIG. 25

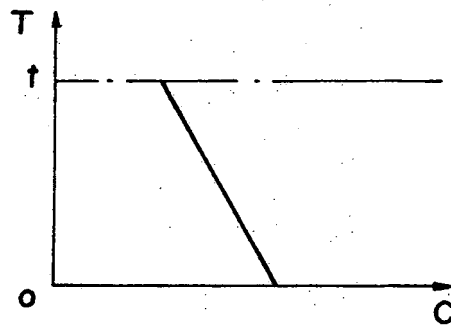
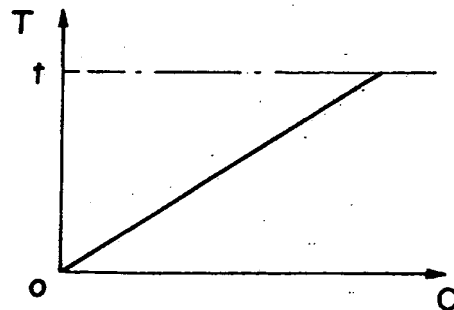


FIG. 26



3618534

63.

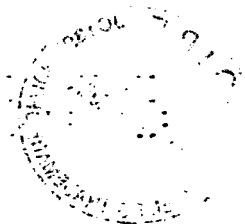


FIG. 27

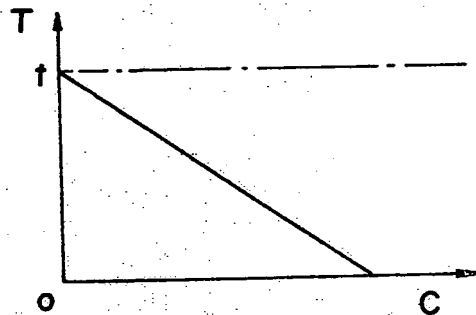


FIG. 28

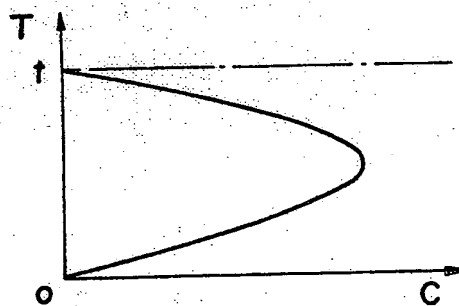


FIG. 29

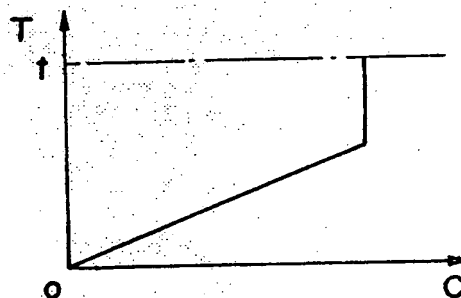
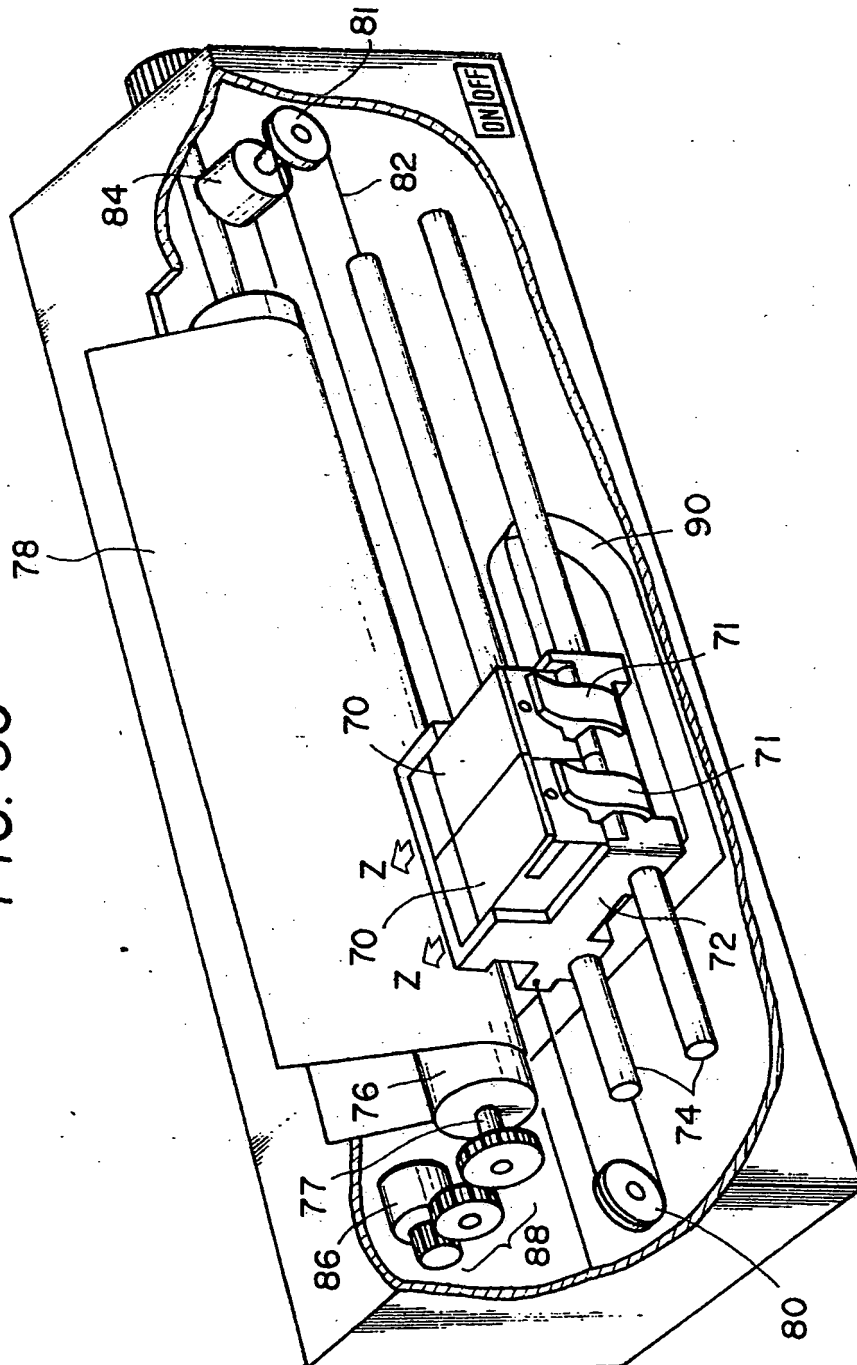




FIG. 30



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)